# Identifikasi Salinitas Air Tanah dan Strategi Mitigasi Intrusi Air Laut di Wilyah Pesisir Pantai Puger, Kabupaten Jember

Musarofa[1*], Winda Islamiyah Umarie[1], Yuvita Dian Siswanti[1], Noval Aditya Saputra[1], Pradityana Putra Akbar Pratama[1]

[1]Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember, Jember, Jawa Timur 68121

*Korespondensi: musarofah@unmuhjember.ac.id

**Abstrak.** Pesisir Pantai Puger, Kabupaten Jember, mengalami peningkatan salinitas air tanah akibat intrusi air laut dan banjir rob. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi sebaran salinitas air tanah serta menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi peningkatannya. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode observasi dan analisis data berbasis laboratorium yang mencakup pengambilan sampel air tanah di berbagai titik, pengukuran kadar salinitas, *Total Dissolved Solids* (TDS), serta analisis faktor hidrologis yang berkontribusi terhadap peningkatan salinitas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar salinitas air tanah di Pantai Puger berkisar antara 200 hingga 541 ppm, dengan nilai tertinggi ditemukan pada wilayah yang lebih dekat dengan garis pantai. Analisis menunjukkan bahwa peningkatan salinitas dipengaruhi oleh intrusi air laut dan banjir rob, yang diperburuk oleh eksploitasi air tanah yang berlebihan serta penurunan tekanan hidrostatik air tawar. Kondisi ini berdampak pada ketersediaan air bersih, meningkatkan risiko kesehatan masyarakat, serta berpotensi merusak infrastruktur air dan sistem irigasi pertanian. Sebagai langkah mitigasi, diperlukan upaya konservasi air tanah, pembangunan infrastruktur adaptif, pemantauan berkala, serta edukasi masyarakat guna menjaga keberlanjutan sumber daya air di kawasan pesisir. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar dalam pengelolaan air tanah yang berkelanjutan serta membantu perumusan kebijakan mitigasi dampak intrusi air laut di daerah pesisir.

**Kata Kunci:** air tanah, intrusi air laut, mitigasi, Pantai Puger, salinitas

## 1. PENDAHULUAN

Pesisir pantai merupakan wilayah yang sangat rentan terhadap perubahan kualitas air tanah akibat intrusi air laut dan banjir rob. Intrusi air laut terjadi ketika air laut masuk ke dalam sistem air tanah di daerah pesisir, menyebabkan peningkatan kadar salinitas. Fenomena ini sering dipicu oleh berbagai faktor, termasuk penurunan muka air tanah akibat ekstraksi berlebihan, perubahan iklim, serta kenaikan permukaan laut (Pryambodo dkk., 2017; Syafitri dan Rochani, 2021). Eksploitasi air tanah yang tidak terkontrol dapat mempercepat laju intrusi air laut karena mengurangi tekanan hidrostatik air tawar, sehingga memungkinkan air laut bergerak lebih jauh ke dalam lapisan tanah (Susanto, 2020). Selain itu, perubahan iklim global yang meningkatkan suhu atmosfer turut berkontribusi terhadap kenaikan muka air laut, yang pada akhirnya memperbesar potensi intrusi air laut di wilayah pesisir (Rahmawati dan Setiawan, 2018).

Salah satu kawasan yang terdampak adalah Pantai Puger di Kabupaten Jember, di mana masyarakat pesisir sangat bergantung pada air tanah untuk kebutuhan air bersih dan pertanian (Suma, 2019). Air tanah menjadi sumber utama bagi penduduk setempat karena ketersediaan air permukaan yang terbatas. Namun, peningkatan kadar salinitas akibat intrusi air laut dapat menyebabkan perubahan sifat fisik dan kimia air tanah, sehingga mengurangi kelayakannya untuk dikonsumsi dan digunakan dalam aktivitas pertanian (Pranoto dkk., 2021). Jika kondisi ini terus berlanjut, maka masyarakat akan menghadapi krisis air bersih yang berdampak pada kesehatan dan kesejahteraan ekonomi mereka. Selain intrusi air laut, banjir rob juga menjadi faktor utama yang memperburuk kualitas air tanah di daerah pesisir (Maghfiroh dan Mutadin, 2021). Banjir rob adalah fenomena naiknya air laut ke daratan akibat pasang surut yang tinggi, diperparah oleh perubahan iklim dan penurunan permukaan tanah akibat aktivitas antropogenik (Santoso dan Wibowo, 2022). Studi Musarofa dkk. (2024) menunjukkan bahwa banjir rob yang sering melanda kawasan pesisir selatan Puger berperan signifikan dalam meningkatkan salinitas air tanah. Air laut yang menggenangi permukaan tanah akan meresap ke dalam lapisan tanah dan mencemari sumber air tawar, menyebabkan masyarakat kesulitan dalam memperoleh air bersih yang layak konsumsi.

Peningkatan kadar salinitas air tanah dalam jangka panjang tidak hanya berdampak pada kesehatan manusia tetapi juga dapat merusak infrastruktur distribusi air dan sistem irigasi pertanian (Nahyo dkk., 2015). Air dengan kadar garam tinggi dapat mempercepat korosi pada pipa distribusi air bersih, serta mengurangi kesuburan tanah pertanian akibat peningkatan kandungan garam dalam tanah (Wijayanti dan Fadillah, 2023). Hal ini berpotensi menyebabkan penurunan hasil panen dan meningkatkan biaya produksi bagi petani lokal. Oleh karena itu, diperlukan langkah-langkah mitigasi untuk mengurangi dampak negatif intrusi air laut dan banjir rob terhadap kualitas air tanah di wilayah pesisir Pantai Puger.

Penelitian ini bertujuan untuk memetakan sebaran salinitas air tanah di pesisir Pantai Puger serta menganalisis hubungan antara intrusi air laut dan banjir rob terhadap kualitas air tanah. Selain itu, penelitian ini akan memberikan rekomendasi pengelolaan air tanah yang berkelanjutan guna mengurangi dampak negatif peningkatan salinitas, sehingga dapat memastikan ketersediaan air bersih bagi masyarakat pesisir. Dengan adanya identifikasi awal dan analisis ini, diharapkan dapat ditemukan solusi strategis dalam pengelolaan sumber daya air tanah di daerah pesisir yang terdampak oleh perubahan lingkungan dan aktivitas manusia.

Kebaruan dari penelitian ini terletak pada fokus wilayah Pantai Puger, Kabupaten Jember, yang hingga saat ini masih jarang diteliti secara komprehensif terkait intrusi air laut. Penelitian ini tidak hanya memetakan sebaran salinitas air tanah, tetapi juga menekankan peran simultan intrusi air laut dan banjir rob. Integrasi analisis lapangan dan laboratorium menghasilkan rekomendasi mitigasi adaptif yang relevan untuk pengelolaan air tanah berbasis kebijakan lokal dan partisipasi masyarakat.

## 2. BAHAN DAN METODE

Dalam penelitian ini dilakukan persiapan alat dan bahan, termasuk pengadaan alat pengukur salinitas seperti salinometer dan TDS meter, serta peralatan sampling yang diperlukan dalam hal ini berupa wadah dan botol sampel. Izin penelitian juga diajukan kepada pihak berwenang dan masyarakat setempat. Pengambilan sampel dilakukan di lokasi yang telah ditentukan berdasarkan kriteria daerah rawan intrusi dan banjir rob, menggunakan metode random sampling atau stratified sampling untuk memastikan representativitas data. Sampel air tanah diambil dari kedalaman yang

berbeda untuk mendapatkan data yang komprehensif. Pengukuran salinitas dilakukan secara in situ di lapangan, diikuti dengan TDS. Data yang diperoleh kemudian diolah untuk menghasilkan data sebaran salinitas yang akurat. Hasil pengukuran dan analisis dibandingkan dengan standar kualitas air yang berlaku untuk menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi sebaran salinitas.

## 3. HASIL DAN DISKUSI

Berdasarkan hasil pengukuran, sebaran salinitas di pesisir Pantai Puger menunjukkan variasi yang cukup signifikan. Data yang diperoleh menunjukkan kadar salinitas tertinggi sebesar 541 ppm, sementara nilai terendah mencapai 200 ppm. Dari hasil pengukuran masih berada diatas baku mutu yang diperbolehkan  Wilayah yang lebih dekat dengan garis pantai cenderung memiliki salinitas lebih tinggi dibandingkan wilayah yang lebih jauh, mengindikasikan adanya pengaruh intrusi air laut dan banjir rob (Pryambodo dkk., 2017). Tabel 1 berikut menunjukkan data hasil pengukuran salinitas di beberapa titik sampling.

**Tabel 1.** Hasil Pengukuran TDS dan Salinitas Air Tanah di Pesisir Puger

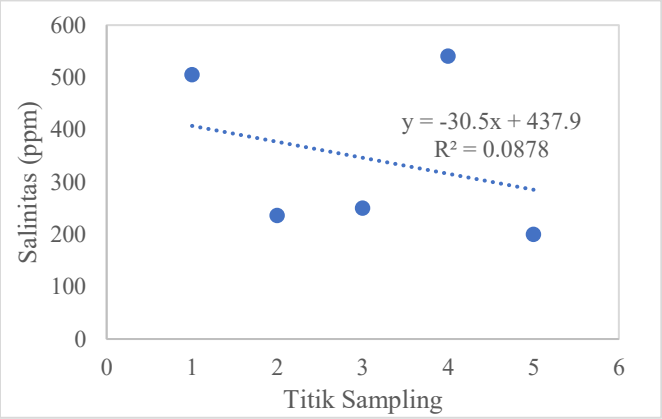
| No. | Koordinat | TDS (ppm) | Salinitas (ppm) |
|---|---|---|---|
| 1 | -8.377078, 113.451006 | 505 | 505 |
| 2 | -8.378215, 113.427009 | 236 | 236 |
| 3 | -8.378238, 113.427003 | 251 | 250 |
| 4 | -8.378114, 113.426474 | 538 | 541 |
| 5 | -8.378051, 113.425966 | 200 | 200 |

Dari data pada Tabel 1 di atas, hasil pengamatan menunjukkan bahwa air sumur dengan kedalaman kurang dari 10 meter memiliki kadar salinitas yang lebih tinggi. Salinitas yang tinggi dapat mempengaruhi kualitas air dan penggunaannya. Sejalan dengan temuan Musarofa dkk. (2024) yang menyebutkan bahwa intrusi air laut lebih dominan pada sumur dangkal akibat tekanan hidrostatik air tawar yang melemah. Selain itu, wilayah yang sering mengalami banjir rob juga memiliki tingkat salinitas yang lebih tinggi, mendukung studi Maghfiroh dan Mutadin (2021) mengenai dampak banjir rob terhadap kualitas air tanah. Data ini menunjukkan perlunya pemantauan lebih lanjut guna mengantisipasi peningkatan intrusi garam pada sumber air tanah yang digunakan oleh masyarakat. Berikut merupakan gambar Lokasi pengambilan sampling yang dilakukan ditunjukkan pada Gambar 1.




**Gambar 1.** Lokasi pengambilan sampling air tanah.

Analisis korelasi sederhana antara titik sampling dan kadar salinitas ditunjukkan pada Gambar 2. Titik dekat garis pantai (Titik 1 dan Titik 4) menunjukkan salinitas lebih tinggi (505–541 ppm), sedangkan titik lebih jauh memiliki salinitas rendah (200–251 ppm). Garis tren linier memperlihatkan bahwa semakin dekat lokasi dengan pantai, semakin tinggi salinitas air tanah. Hal ini memperkuat bahwa intrusi air laut dan banjir rob merupakan faktor dominan peningkatan salinitas.




Gambar 2. Analisis Korelasi Sederhana Antara Titik Sampling dan Kadar Salinitas

Tabel 2. Perhitungan Korelasi

| Titik Sampling | Salinitas (ppm) | X (Titik) | Y (Salinitas) | X·Y | X² | Y² |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 505 | 1 | 505 | 505 | 1 | 255,025 |
| 2 | 236 | 2 | 236 | 472 | 4 | 55,696 |
| 3 | 250 | 3 | 250 | 750 | 9 | 62,500 |
| 4 | 541 | 4 | 541 | 2,164 | 16 | 292,681 |
| 5 | 200 | 5 | 200 | 1,000 | 25 | 40,000 |
| Σ | 1,732 | 15 | 1,732 | 4,891 | 55 | 705,902 |

Perhitungan kolerasi dilakukan dengan rumus berikut.

$$r = \frac{n\sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{[n\sum x^2 - (\sum x)^2][n\sum Y^2 - (\sum X)^2]}}$$

$$r = \frac{(5\ x\ 4.891) - (15\ x\ 1.732)}{\sqrt{(5\ x\ 55 - \ 15^2)(5\ x\ 705.902 - 1.732^2}} = -0{,}296\ \approx\ -0{,}30$$

$$R^2 = (-30)^2 = 0{,}088 \rightarrow 8{,}8\%$$

Hasil perhitungan korelasi Pearson menunjukkan nilai $r$ = -0,30 dengan $R^2 \approx 0{,}09$ (8,8%). Nilai ini mengindikasikan adanya hubungan negatif lemah antara titik sampling (yang merepresentasikan jarak relatif terhadap garis pantai) dengan kadar salinitas. Artinya, semakin jauh lokasi sumur dari pantai, kadar salinitas cenderung menurun, meskipun hubungan yang ditunjukkan tidak kuat. Kelemahan korelasi ini menunjukkan bahwa jarak dari pantai bukan satu-satunya faktor yang memengaruhi variasi salinitas. Kedalaman sumur, frekuensi banjir rob, kondisi geologi litologi tanah serta tingkat eksploitasi air tanah merupakan beberapa faktor yang mempengaruhi. Dengan demikian, meskipun terdapat indikasi pengaruh jarak terhadap kadar

salinitas, kombinasi faktor hidrologis dan antropogenik lebih dominan dalam menjelaskan variasi salinitas air tanah di wilayah pesisir Puger.

Intrusi air laut dan banjir rob berkontribusi terhadap peningkatan kadar salinitas di air tanah pesisir Puger. Ekstraksi air tanah yang berlebihan mempercepat masuknya air laut ke dalam lapisan tanah, menyebabkan peningkatan kadar TDS dan salinitas. Hal ini terlihat pada titik-titik dengan nilai salinitas tinggi yang juga memiliki nilai TDS yang signifikan, seperti 538 ppm di salah satu lokasi sampling. Banjir rob memperburuk kondisi ini dengan membawa air laut ke daratan dan meningkatkan kadar garam dalam tanah. Wilayah yang mengalami banjir rob secara rutin menunjukkan kadar salinitas lebih tinggi dibandingkan wilayah yang lebih jarang terkena banjir, sejalan dengan penelitian sebelumnya. Selain itu, peningkatan frekuensi banjir rob akibat perubahan iklim dan kenaikan permukaan laut mempercepat degradasi kualitas air tanah. Hal ini mengakibatkan masyarakat pesisir semakin kesulitan memperoleh air bersih yang layak konsumsi. Dampak dari kombinasi intrusi air laut dan banjir rob juga mempengaruhi struktur tanah, yang dapat menyebabkan peningkatan tingkat korosi pada bangunan dan infrastruktur di wilayah pesisir. Kerusakan tanah akibat salinitas tinggi juga berdampak pada pertanian, terutama bagi petani yang mengandalkan irigasi dari air tanah. Oleh karena itu, mitigasi terhadap peningkatan salinitas perlu dilakukan secara komprehensif untuk mengurangi dampak jangka panjang.

Peningkatan salinitas berdampak pada ketersediaan air bersih bagi masyarakat pesisir Puger. Air tanah yang memiliki kadar garam tinggi tidak dapat digunakan untuk konsumsi tanpa pengolahan tambahan. Dalam jangka panjang, kondisi ini dapat menyebabkan: Krisis air bersih akibat keterbatasan sumber air tawar yang layak konsumsi. Dampak kesehatan akibat konsumsi air dengan kadar salinitas tinggi yang dapat menyebabkan hipertensi, gangguan ginjal, serta dehidrasi kronis. Kerusakan infrastruktur akibat korosi pada perpipaan dan sistem irigasi pertanian, yang semakin meningkatkan biaya pemeliharaan fasilitas air bersih di wilayah pesisir. Selain itu, meningkatnya ketergantungan masyarakat pada air kemasan atau distribusi air dari wilayah lain menambah beban ekonomi, terutama bagi kelompok masyarakat berpenghasilan rendah. Jika tidak ada upaya mitigasi yang efektif, maka akses terhadap air bersih akan semakin sulit, sehingga memicu masalah sosial seperti migrasi penduduk ke daerah dengan sumber air yang lebih baik.

Untuk itu, pendekatan pengelolaan air tanah yang adaptif dan berbasis pada prinsip keberlanjutan perlu segera diterapkan guna menjamin ketersediaan air layak konsumsi bagi masyarakat pesisir. Pengelolaan yang berorientasi pada keberlanjutan tidak hanya menitikberatkan pada aspek teknis, tetapi juga mengintegrasikan dimensi sosial, ekonomi, dan lingkungan, sehingga mampu menjawab tantangan jangka panjang terhadap ketersediaan sumber daya air. Langkah pertama yang perlu dilakukan adalah konservasi air tanah, yang bertujuan menjaga keseimbangan antara pemanfaatan dan ketersediaan sumber daya. Konservasi dapat diwujudkan melalui perlindungan daerah resapan, rehabilitasi vegetasi di kawasan pesisir, serta penerapan sistem pengisian ulang buatan, seperti sumur resapan atau embung. Selain itu, pengendalian terhadap penggunaan air tanah yang berlebihan juga penting untuk mencegah intrusi air laut maupun penurunan muka air tanah. Selanjutnya, diperlukan pembangunan infrastruktur yang mampu menyediakan alternatif sumber air bersih bagi masyarakat pesisir. Infrastruktur tersebut meliputi instalasi pengolahan air laut (desalinasi), pengolahan air payau, serta penerapan teknologi filtrasi sederhana yang sesuai dengan kondisi lokal. Pembangunan jaringan distribusi air bersih yang lebih merata juga perlu diperhatikan agar akses terhadap air layak konsumsi dapat dijangkau oleh seluruh lapisan masyarakat, sehingga mengurangi ketergantungan pada air tanah.

Upaya lain yang tidak kalah penting adalah pemantauan berkala terhadap kondisi air tanah, baik dari segi kualitas maupun kuantitas. Pemantauan ini berfungsi sebagai sistem deteksi dini terhadap potensi permasalahan, seperti pencemaran, intrusi air laut, maupun penurunan cadangan air tanah. Pemanfaatan teknologi pemantauan, seperti sistem informasi geografis (SIG) dan sensor kualitas air, dapat meningkatkan efektivitas serta akurasi data, yang pada gilirannya akan menjadi dasar dalam pengambilan keputusan kebijakan maupun tindakan teknis. Selain itu, edukasi masyarakat merupakan aspek fundamental yang mendukung keberhasilan pengelolaan air tanah. Peningkatan pengetahuan dan kesadaran masyarakat mengenai pentingnya pelestarian sumber daya air akan mendorong terbentuknya perilaku hemat air dan partisipasi aktif dalam upaya konservasi. Program edukasi dapat dilaksanakan melalui penyuluhan, pelatihan, maupun kegiatan berbasis komunitas yang menekankan praktik-praktik sederhana namun efektif dalam menjaga keberlanjutan air tanah. Dengan penerapan langkah-langkah tersebut, pengelolaan air tanah di wilayah pesisir diharapkan tidak hanya mampu menjawab kebutuhan jangka pendek, tetapi juga menjamin keberlanjutan sumber daya air bagi generasi mendatang.

## 4. KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar salinitas air tanah di Pantai Puger berkisar antara 200 hingga 541 ppm, dengan nilai tertinggi ditemukan pada wilayah yang lebih dekat dengan garis pantai. Analisis menunjukkan bahwa peningkatan salinitas dipengaruhi oleh intrusi air laut dan banjir rob, yang diperburuk oleh eksploitasi air tanah yang berlebihan serta penurunan tekanan hidrostatik air tawar. Kondisi ini berdampak pada ketersediaan air bersih, meningkatkan risiko kesehatan masyarakat, serta berpotensi merusak infrastruktur air dan sistem irigasi pertanian. Sebagai langkah mitigasi, diperlukan upaya konservasi air tanah, pembangunan infrastruktur adaptif, pemantauan berkala, serta edukasi masyarakat guna menjaga keberlanjutan sumber daya air di kawasan pesisir. Penelitian ini juga memberikan kontribusi kebaruan sebagai salah satu kajian awal di Pantai Puger yang menghubungkan data sebaran salinitas dengan faktor banjir rob dan eksploitasi air tanah secara bersamaan. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi rujukan dalam upaya mitigasi berbasis kebijakan daerah dan penguatan ketahanan masyarakat pesisir terhadap intrusi air laut.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada pihak-pihak terkait seperti LPPM Universitas Muhammadiyah Jember yang telah membiayai pelaksanaan penelitian ini dan kepada anggota peneliti yang telah membantu dalam proses penelitian hingga penulisan artikel.

## REFERENSI

Maghfiroh, I., & Mutadin, R. (2021). Dampak banjir rob terhadap kualitas air tanah di wilayah pesisir. *Jurnal Lingkungan dan Sumber Daya Air, 12*(2), 45–58.

Musarofa, M., Siswanti, Y. D., & Al-Rosyid, L. M. (2024). Analisis pengaruh banjir rob terhadap kualitas air tanah di kawasan pesisir selatan Puger Kabupaten Jember. *Journal of Environmental Engineering, 1*(1), 52–59.

Nahyo, M., Setiawan, R., & Hidayat, T. (2015). Pengaruh salinitas air tanah terhadap kualitas air bersih dan dampaknya terhadap infrastruktur. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan, 8*(3), 98–112.

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.

Pryambodo, A., Santoso, D., & Kartika, P. (2017). Studi intrusi air laut pada air tanah dangkal di wilayah pesisir. *Jurnal Hidrologi Indonesia, 9*(1), 23–34.

Suma, N. N. (2019). Ketergantungan masyarakat pesisir terhadap air tanah dan ancaman intrusi air laut. *Jurnal Geografi dan Lingkungan, 11*(4), 128–139.

Syafitri, A. W., & Rochani, A. (2021). Analisis penyebab banjir rob di kawasan pesisir dan implikasinya terhadap kualitas air tanah. *Jurnal Kajian Ruang, 1*(1), 67–80.