

Identifikasi Pencemaran Air Tanah Akibat Intrusi Air Laut (Studi Kasus Pesisir Pantai Ketah Kabupaten Situbondo)

Identification Of Groundwater Pollution Due Sea Water Intrusion (Study Case Of Coastal Ketah Situbondo)

Agustin Wahita Putri¹, Bambang Suharto^{2*}, Liliya Dewi Susanawati³

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Brawijaya, Jl. Veteran Malang 65145

²Dosen Keteknikan Pertanian, Universitas Brawijaya, Jl. Veteran Malang 65145

*Email korespondensi : bambangs@ub.ac.id

ABSTRAK

Kawasan Pesisir Pantai Ketah merupakan salah satu kawasan pesisir pantai di Kabupaten Situbondo berpotensi mengalami intrusi air laut dikarenakan permasalahan intrusi air laut sering menjadi salah satu permasalahan dikawasan pesisir pantai. Berdasarkan hasil pengujian, secara keseluruhan kualitas air air pompa yang dimanfaatkan oleh masyarakat Pesisir Ketah untuk kebutuhan sehari-hari tidak layak dikonsumsi dan harus diolah/dimasak terlebih dahulu karena telah melebihi kadar maksimum yang diperbolehkan oleh Permenkes RI Tahun 2010 diantaranya titik 8 dengan kadar pH sebesar 8.73, titik 5 dengan kadar besi sebesar 0.48 mg/L, titik 4 dengan kadar kesadahan sebesar 760 mg/L, dan menurut PAHIAA 1986 kualitas air dikawasan pesisir pantai Ketah tidak layak dikonsumsi karena memiliki rata-rata nilai konduktivitas sebesar 1751.78 $\mu\text{s}/\text{cm}$ dan masuk dalam kategori air agak payau, sedangkan rata-rata klorida sebesar 410.169 mg/L, TDS sebesar 20.074 mg/L dan masih dalam kategori air tawar.

Kata Kunci: Intrusi, pencemaran air, pesisir

Abstract

Coastal Region Ketah is one of the coastal areas in Situbondo has the potential to seawater intrusion due to problems of seawater intrusion is often one problem area of the coast Based on the results of testing 27 samples of ground water, the overall water quality of the water pump utilized by the Coastal Ketah for daily needs such as bathing, washing, cooking, and other activities not suitable for consumption and should be processed / cooked first because there are several observation points which is really not suitable for consumption because it has exceeded the maximum levels permitted by the Minister of Health of Indonesia Year 2010 include point 8 with a pH level of 8.73, point 5 with the iron content of 12:48 mg / L, point 4 with high levels of hardness of 760 mg / L. Meanwhile, according to PAHIAA 1986 water quality area of coastal Ketah not suitable for consumption because it has an average value of conductivity at 1751.78 $\mu\text{s} / \text{cm}$ and into the category of water rather brackish, while the average chloride amounting to 410 169 mg / L TDS amounting to 20 074 mg / L and still in the category of freshwater. And the relationship between conductivity and chloride with research sites can be said to be directly proportional to the distance the well that is closer to the waterfront, the greater the value of conductivity and chloride. While the TDS value shows a low value, it may be because there has been a process of dilution due to the rain water to seep into the ground.

Keywords : Intrusion, air pollution, coastal

PENDAHULUAN

Intrusi air laut merupakan fenomena meresapnya air laut kedalam air tanah baik secara alami ataupun buatan yang

disebabkan oleh pengambilan air tanah untuk kebutuhan domestik dan sebagainya. Pada kondisi alami, air tanah akan mengalir secara terus-menerus ke laut akibat berat jenis air laut yang lebih besar dari air tawar berat jenis air laut yang lebih besar daripada

air tawar akan menyebabkan air laut mudah untuk mendesak air tanah.

Kabupaten Situbondo merupakan salah satu kabupaten di Jawa Timur yang terletak di garis pantai utara pulau Jawa dan berbatasan langsung dengan laut Jawa. Sebagian besar wilayah kabupaten Situbondo merupakan kawasan pesisir yang dapat berpotensi mengalami intrusi air laut dikarenakan permasalahan intrusi air laut sering menjadi salah satu permasalahan di kawasan pesisir dan tentunya akan berkaitan dengan masalah air bersih. Intrusi air laut dapat menyebabkan dampak yang sangat luas dalam berbagai aspek kehidupan, seperti gangguan kesehatan, penurunan kesuburan tanah, kerusakan bangunan dan lain sebagainya (Widada, 2007).

Kawasan Pesisir Pantai Ketah merupakan salah satu kawasan pesisir pantai di Kabupaten Situbondo yang terletak di Kecamatan Suboh. Pesisir Ketah dan sekitarnya merupakan daerah lahan pemukiman, pertanian dan tambak. Peranan air tanah di daerah tersebut sangatlah penting dalam menunjang kelangsungan sektor pertanian dan kegiatan lainnya seperti kegiatan sehari - hari.. Seiring berjalannya waktu, kebutuhan akan air tanah akan semakin meningkat. Peningkatan pengambilan air tanah di daerah tersebut dapat mengakibatkan terjadinya intrusi yang akan mampu menurunkan kualitas air tanahnya. Berdasarkan keterangan warga pesisir Ketah, air tanah yang dimanfaatkan oleh masyarakat Pesisir Ketah untuk kebutuhan sehari-hari seperti mandi, mencuci, memasak, dan kegiatan lainnya diduga telah tercemar oleh air laut karena kondisi air cenderung payau. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian terkait pengujian kualitas air tanah di kawasan pesisir pantai Ketah melalui beberapa parameter meliputi pH, Salinitas, Konduktivitas, TDS, kesadahan dan Besi guna mengetahui dugaan pencemaran air tanah akibat intrusi air laut di daerah tersebut.

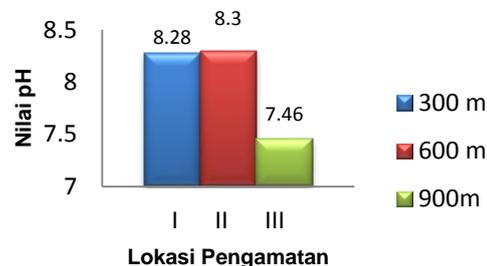
BAHAN DAN METODE

Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu 27 sampel air tanah dari sumur pompa

penduduk pesisir pantai Ketah Kabupaten Situbondo. Alat yang digunakan diantaranya pH meter, Konduktivimeter, Refraktometer, Kolorimeter, dan Coolbox. Jenis penelitian ini merupakan jenis penelitian deskriptif karena akan menggambarkan dan menginterpretasi objek sesuai dengan keadaan sebenarnya. Sedangkan, Metode yang digunakan dalam pengambilan sampel air tanah yaitu menggunakan metode *Cluster Random Sampling*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Air Tanah di kawasan Pesisir Pantai Ketah Situbondo



Gambar 1. Grafik Hubungan Lokasi Pengamatan dengan Nilai pH

Gambar 1 menunjukkan bahwa nilai pH terendah sebesar 7.46 terletak pada jarak 900 m, sedangkan pH tertinggi sebesar 8.304 terletak pada jarak 600 m. Berdasarkan sidik ragam menunjukkan bahwa adanya pengaruh sangat nyata pada perlakuan / lokasi penelitian.. Hal ini karena $F_{hitung} (532.5635) > F_{0.01} (3.89)$, Maka H_0 ditolak atau terdapat pengaruh perlakuan terhadap respon yang diamati. Selanjutnya dilakukan uji BNJ untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan.

Tabel 1. Uji BNJ Pengaruh Lokasi Penelitian dengan nilai pH

Perlakuan	Rata-rata	Notasi
P7	6.81	a
P9	6.85	a
P1	8.18	b
P4	8.23	b
P3	8.25	b
P6	8.30	b
P5	8.31	b
P2	8.48	b
P8	8.73	b

BNJ 0.05 = 0.785

Keterangan : Bilangan rata yang ditandai huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada P 0.05

Berdasarkan hasil uji BNJ yang telah ditunjukkan pada Tabel 4.1 dengan nilai BNJ 0.05 sebesar 0.785 dapat dilihat bahwa antara titik 1 dan titik 9 memiliki perbedaan sangat nyata dibandingkan dengan titik – titik lainnya. Kecenderungan nilai pH yang diperoleh disebabkan akibat pengaruh lokasi pengamatan/jarak yang sangat nyata terhadap respon yang diamati. Titik 1 memiliki nilai pH diatas 7 yang bersifat basa, hal ini disebabkan oleh adanya kandungan ion H⁺ dan ion OH⁻ didalam air. Semakin basa suatu zat, semakin sedikit jumlah ion H⁺ dan semakin banyak ion OH⁻ didalam air (Daud, 2010). Semakin tinggi nilai pH semakin tinggi pula nilai alkalinitas dan semakin rendah kadar karbondioksida bebas pH yang mempengaruhi toksisitas suatu senyawa kimia. Untuk meningkatkan pH suatu perairan kita bisa melakukan pengapuran (Marsidi, 2001).

Pengukuran Nilai Salinitas



Gambar 2. Grafik Hubungan Lokasi Pengamatan dengan Nilai Salinitas

Grafik salinitas pada Gambar 4.2 menunjukkan bahwa rata-rata nilai salinitas tertinggi terletak pada jarak 300 m dengan nilai rata-rata salinitas sebesar 2.89 ‰, dan nilai salinitas terendah pada jarak 900 sebesar 0.8 ‰. Hasil perhitungan sidik ragam salinitas terlihat bahwa ada pengaruh sangat nyata pada perlakuan/ lokasi penelitian. Hal ini karena $F_{hitung} (16.00001125) > F_{0.01} (3.89)$ maka H_0 ditolak atau terdapat pengaruh perlakuan terhadap respon yang diamati.

Tabel 2. Uji BNJ Pengaruh Lokasi Penelitian dengan Nilai Salinitas

Perlakuan	Rata-rata	Notasi
P1	0.67	a
P6	1	a
P2	1	a
P3	1.33	a
P7	1.33	a
P9	1.33	a
P8	1.67	b
P5	2.67	b
P4	5	c

BNJ 0.05 = 0.97

Keterangan : Bilangan rata yang ditandai huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada P 0.05.

Berdasarkan hasil uji BNJ yang telah dilakukan pada Tabel 4.2 dengan nilai BNJ sebesar 0.97 diperoleh bahwa ada perbedaan nyata antara jarak antar titik pengamatan dengan respon yang diamati. Hal ini terlihat bahwa pada titik 5 dan 4 memiliki perbedaan sangat nyata terhadap respon yang diamati. Hal ini disebabkan karena titik 5 dan 4 berada dekat dengan pantai, sehingga kadar salinitas di titik tersebut lebih tinggi daripada titik lainnya yang lebih jauh dengan pantai. Perbedaan nilai salinitas ini dapat terjadi akibat kondisi wilayah penelitian. Ditinjau dari kejadiannya, kondisi payau hingga asinnya air tanah dapat disebabkan oleh 3 faktor yaitu disebabkan karena adanya penyusupan air laut, karena lingkungan pengendapan yang bersifat marin sehingga batuan pada wilayah tersebut sudah asin dan faktor ketiga karena adanya pengaruh air tanah yang berasal dari dalam magma (Djaendi dan Soeroto, 1989).

Pengukuran Nilai Kadar Besi



Gambar 3. Grafik Hubungan Lokasi Pengamatan dengan Nilai Besi

Gambar 3 menunjukkan bahwa lokasi I memiliki nilai kandungan besi yang paling tinggi dibandingkan dengan lokasi II dan III yaitu sebesar 0.24 mg L^{-1} . Tingginya kandungan besi menyebabkan bercak noda kuning kecoklatan dan dapat menyebabkan pakaian menjadi kusam setelah mengalami pencucian. Menurut Effendi (2003), air tanah biasanya memiliki kandungan besi yang relatif tinggi. Jika air tanah mengalami kontak dengan udara dan mengalami oksigenasi, ion ferri pada ferri hidroksida $[\text{Fe}(\text{OH})_3]$ yang banyak terdapat dalam air tanah akan teroksidasi menjadi ferro dan segera mengalami presipitasi (pengendapan) serta membentuk warna kemerahan pada air.

Pengukuran Nilai Kesadahan

Berdasarkan grafik pada Gambar 4 terlihat bahwa nilai kesadahan tertinggi rata-rata sebesar $360 \text{ CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$ pada jarak 300 m, dan terendah sebesar $111.111 \text{ CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$ pada jarak 900 m. tingginya nilai kesadahan dapat disebabkan akibat adanya garam-garam terlarut didalam air.



Gambar 4. Grafik Hubungan Lokasi Pengamatan dengan Nilai Kesadahan

Tabel 3. Uji BNJ Pengaruh Lokasi Penelitian dengan Nilai Kesadahan

Perlakuan	Rata-rata	Notasi
P1	46.667	a
P6	60	a
P3	80	a
P8	100	a
P9	206.67	b
P2	206.67	b
P7	233.33	c
P5	260	c
P4	760	d

BNJ $0.05 = 126.627$

Keterangan : Bilangan rata yang ditandai huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada $P 0.05$

Berdasarkan hasil uji BNJ yang telah dilakukan pada Tabel 3 dengan nilai BNJ sebesar 126.627 diperoleh bahwa ada perbedaan nyata antara jarak antar titik pengamatan terhadap respon yang diamati. Hal ini terlihat pada titik 5 dan 4 berbeda nyata terhadap respon yang diamati. Titik 4 dan 5 berada dalam jarak dekat dengan pantai, dan memiliki nilai kesadahan yang cukup tinggi. Adanya kandungan kapur dalam air yang berlebihan menyebabkan air bersifat sadah. Air yang banyak mengandung mineral kalsium dan magnesium dikenal sebagai "air sadah" atau air yang sukar untuk dipakai mencuci (Hidayat, 2008).

Pengukuran Nilai Konduktivitas



Gambar 5. Grafik Hubungan Lokasi Pengamatan dengan Nilai Konduktivitas

Hasil yang terlihat pada Gambar 4.5 menunjukkan bahwa pada jarak terdekat dengan tepi pantai memiliki nilai konduktivitas paling tinggi sebesar $4012.22 \text{ } \mu\text{s cm}^{-1}$, dan nilai konduktivitas terendah

yaitu pada jarak terjauh dengan tepi pantai dengan nilai konduktivitas sebesar $466 \mu\text{S cm}^{-1}$. hal ini dapat menunjukkan bahwa lokasi/jarak pengamatan dapat mempengaruhi nilai konduktivitas.

Tabel 4. Uji BNJ Pengaruh Lokasi Penelitian dengan Nilai Konduktivitas

Perlakuan	Rata-rata	Notasi
P8	364.67	a
P9	385.67	a
P7	647.67	a
P6	675.67	a
P1	680	a
P3	688.67	a
P2	967	a
P5	3613.33	b
P4	7743.33	c

BNJ 0.05 = 1065.258

Keterangan : Bilangan rata yang ditandai huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada P 0.05.

Berdasarkan hasil uji BNJ yang telah dilakukan pada Tabel 4.4 dengan nilai BNJ sebesar 1065.258 diperoleh bahwa ada perbedaan nyata antara jarak antar titik pengamatan respon yang diamati. Titik 5 dan 4 berbeda nyata terhadap respon yang diamati yaitu nilai konduktivitas. Titik 5 dan 4 merupakan titik pengamatan pada jarak paling dekat dengan tepi pantai yaitu 300 meter, dimana pada jarak terdekat dengan tepi pantai paling berpengaruh terdampak intrusi air laut/perembesan air laut kedalam air tanah. Hal ini menyebabkan tingginya nilai konduktivitas di titik tersebut. Tinggi rendahnya nilai konduktivitas pada air sumur tepi pantai dapat dipengaruhi oleh besarnya massa air laut yang mencemari air tanah. Kandungan elektrolit meliputi garam-garam yang terlarut dalam air, berkaitan dengan kemampuan air dalam menghantarkan arus listrik. Semakin banyak garam-garam yang terlarut semakin baik daya hantar listrik air tersebut (Zemansky, 1962).

Pengukuran Nilai Klorida



Gambar 6. Grafik Hubungan Lokasi Pengamatan dengan Nilai Klorida

Berdasarkan grafik pada Gambar 4.6 terlihat bahwa pada jarak 300 m memiliki nilai klorida yang paling tinggi yaitu sebesar $1147.792 \text{ mg L}^{-1}$, sedangkan nilai klorida terendah terletak pada jarak 900 m dengan nilai rata-rata klorida sebesar 26.78 mg L^{-1} . hal ini dapat dikatakan bahwa semakin jauh jarak lokasi pengamatan dengan tepi pantai, maka nilai klorida semakin kecil.

Tabel 5. Uji BNJ Pengaruh Lokasi Penelitian dengan nilai Klorida

Perlakuan	Rata-rata	Notasi
8	14.18	a
9	28.36	a
7	37.81	a
3	42.54	a
6	44.90	a
1	51.99	a
2	70.9	a
5	2487.4	b
4	2740.3	b

BNJ 0.05 = 320.196

Keterangan : Bilangan rata yang ditandai huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada P 0.05.

Berdasarkan hasil uji BNJ yang telah dilakukan pada Tabel 4.5 dengan nilai BNJ sebesar 320.196 diperoleh bahwa ada perbedaan nyata antara jarak antar titik pengamatan. Titik 5 dan 4 berbeda nyata dibandingkan dengan titik - titik lainnya terkait respon yang diamati. Hal ini disebabkan titik 5 dan 4 terletak dekat dengan pantai yaitu berada pada jarak terdekat dengan tepi pantai sehingga pengaruh intrusi/perembesan air laut

sangat rentan di kawasan yang dekat dengan tepi pantai.

Pengukuran Nilai TDS



Gambar 7. Grafik Hubungan Lokasi Pengamatan dengan Nilai TDS

Rata-rata hasil pengamatan nilai TDS di 3 jarak berbeda yang ditunjukkan pada Gambar 7 menunjukkan bahwa nilai TDS tertinggi sebesar 24.67 mg/l terletak pada jarak 600 m, sedangkan nilai TDS terendah sebesar 14 mg/l terletak pada jarak 900 m.

Tabel 6. Uji BNJ Pengaruh Lokasi Penelitian dengan nilai TDS

Perlakuan	Rata-rata	Notasi
P9	10.67	a
P8	12.33	a
P6	16	a
P5	19	a
P7	19	a
P3	21.67	b
P2	26	c
P1	26.33	c
P4	29.67	d

BNJ 0.05 = 10.386

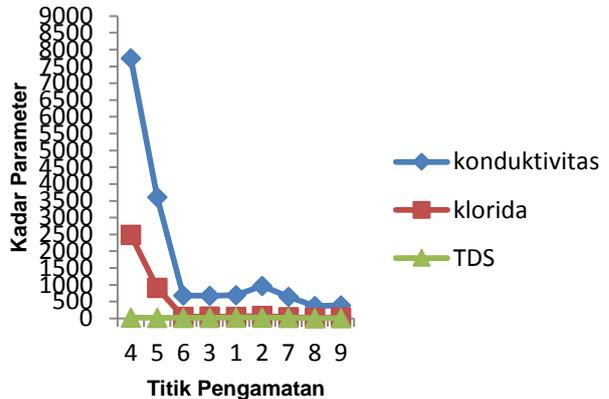
Keterangan : Bilangan rata yang ditandai huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada P 0.05.

Berdasarkan hasil uji BNJ yang telah dilakukan pada Tabel 4.6 dengan nilai BNJ sebesar 10.386 diperoleh bahwa ada perbedaan nyata antara jarak antar titik pengamatan. Hal ini terlihat yaitu pada titik 1 dan 4 sangat berbeda nyata dibandingkan titik - titik pengamatan yang lainnya. Air yang asin memiliki nilai TDS yang tinggi, hal ini terjadi karena banyak mengandung senyawa kimia, yang juga mengakibatkan tingginya nilai salinitas. Maka tingkat

salinitas bisa ditunjukkan melalui nilai TDS (Nurrohim, 2012).

Hubungan antara Nilai Konduktivitas, Klorida, dan TDS

Grafik hubungan antara nilai konduktivitas, klorida, dan TDS dari air sumur dapat dilihat pada Gambar 4.8 berikut ini.



Gambar 8. Grafik Hubungan Konduktivitas, Klorida, dan TDS

Berdasarkan hasil perolehan grafik hubungan antara Konduktivitas, Klorida, dan TDS, terlihat bahwa hubungan antara parameter konduktivitas dan Klorida menunjukkan keadaan yang linier. Hal ini terlihat bahwa kecenderungan nilai konduktivitas dan klorida berbanding lurus, yaitu semakin besar nilai konduktivitas maka nilai Klorida juga semakin besar dan sebaliknya, serta hubungan antara nilai konduktivitas dan klorida terhadap jarak menunjukkan bahwa semakin jauh jarak sumur pompa dari tepi pantai, nilai konduktivitas dan klorida semakin kecil.

Berbeda dengan parameter TDS yang tidak menunjukkan hasil yang linier dengan parameter konduktivitas dan klorida yang seharusnya antara ketiga parameter saling berbanding lurus akibat rendahnya nilai TDS. Air tanah yang memiliki kandungan TDS rendah hingga sedang dapat diartikan bahwa telah terjadi proses pengenceran akibat adanya air hujan yang masuk kedalam air tanah atau dapat disebut dengan pencucian (*flushing*).

Analisis Tingkat Keasinan Air Tanah

Berdasarkan tabel tersebut terlihat bahwa perolehan tertinggi nilai konduktivitas dan klorida yaitu pada jarak 300 meter di titik

pengamatan ke 4 dengan rata-rata nilai konduktivitas sebesar $7743.33 \mu\text{s cm}^{-1}$ dan nilai klorida sebesar $2487.408 \text{ mg L}^{-1}$, serta titik pengamatan ke 5 dengan rata-rata nilai konduktivitas sebesar $3613.33 \mu\text{s cm}^{-1}$ dan nilai klorida sebesar 524.66 mg L^{-1} . Berdasarkan tingkat keasinan air tanah PAHIAA 1986, air sumur pada titik 4 termasuk dalam karakteristik air payau dengan rata-rata nilai konduktivitas diantara $> 5.000 - \leq 15.000 \mu\text{s cm}^{-1}$ dan nilai klorida diantara $> 2.000 - \leq 5.000 \text{ mg L}^{-1}$, sedangkan air sumur pada titik 5 termasuk dalam karakteristik air agak payau dengan rata-rata nilai konduktivitas diantara $> 1.500 - \leq 5.000 \mu\text{s cm}^{-1}$ dan nilai klorida diantara $> 500 - \leq 2.000 \text{ mg L}^{-1}$, sehingga air sumur pada titik 4 dan 5 tidak dapat di konsumsi secara langsung dalam upaya pemenuhan kebutuhan air bersih sehari-hari.

Air yang asin memiliki nilai TDS yang tinggi, hal ini terjadi karena banyak mengandung senyawa kimia, yang mengakibatkan tingginya salinitas, maka tingkat salinitas bisa ditunjukkan melalui nilai TDS (Nurrohm,2012). Terkait sangat rendahnya nilai TDS pada titik ke 4 dan 5 yaitu $\leq 1.000 \text{ mg L}^{-1}$ menunjukkan bahwa air sumur pada titik tersebut termasuk dalam karakteristik air tawar. Hal ini berbeda dengan hasil konduktivitas dan klorida yang menunjukkan bahwa air sumur pada titik 4 termasuk dalam karakteristik air payau serta titik 5 dalam karakteristik air agak payau. Semakin banyak garam-garam yang terlarut semakin baik daya hantar listrik air tersebut (Zemansky, 1962).

Berdasarkan hasil pengujian 27 sampel air tanah dari 9 titik pengamatan di kawasan pesisir pantai Ketah Kabupaten Situbondo dapat di simpulkan bahwa kualitas air di kawasan pesisir pantai Ketah Kabupaten Situbondo secara keseluruhan tidak layak di konsumsi dan harus di olah/di masak terlebih dahulu karena ada beberapa titik pengamatan yang tidak layak di konsumsi karena telah melebihi kadar maksimum yang di perbolehkan oleh Permenkes RI Tahun 2010 diantaranya titik 8 dengan kadar pH sebesar 8.73, titik 5 dengan kadar besi sebesar 0.48 mg L^{-1} titik 4 dengan kadar kesadahan sebesar 760 mg L^{-1} . sedangkan menurut PAHIAA 1986 kualitas air di kawasan pesisir pantai Ketah tidak layak di

konsumsi karena memiliki rata-rata nilai konduktivitas sebesar $1751.78 \mu\text{s cm}^{-1}$ dan masuk dalam kategori air agak payau, sedangkan rata-rata klorida sebesar $410.169 \text{ mg L}^{-1}$, TDS sebesar 20.074 mg L^{-1} dan masih dalam kategori air tawar.

Hubungan antara nilai konduktivitas dan klorida dengan lokasi penelitian dapat dikatakan berbanding lurus yaitu semakin dekat jarak sumur dengan tepi pantai maka semakin besar nilai konduktivitas dan klorida. Sedangkan nilai TDS menunjukkan nilai yang rendah, hal ini dapat disebabkan karena telah terjadi proses pengenceran akibat adanya air hujan yang meresap kedalam tanah.

DAFTAR PUSTAKA

- Boyd, CE. 1982. *Water Quality in Warm Water Fish Fond*, Auburn University Agricultural Experimental, Auburn Alabama
- Depkes RI. 1985. *Pengawasan Kualitas Air Untuk Penyediaan Air Bersih Pedesaan dan Kota Kecil*, Jakarta.
- Disbang DKI Jakarta - Sapta Daya Karyatama, 1997. *Observasi Intrusi Air Asin/Laut di Wilayah DKI Jakarta*, Jakarta.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan*, Penerbit Kanisius, Yogyakarta.
- Fardiaz, S. 1992. *Polusi Air dan Udara*, Penerbit Kanisius, Yogyakarta.
- Harmayani K. D dan Konsukartha. I. G. M, 2007. Pencemaran air tanah akibat pembuangan limbah domestik di lingkungan kumuh. *Jurnal Permukiman Natak*, 5, 2, 94
- Herlambang, Arie dan Indriatmoko R. Haryoto. 2005. Pengelolaan Air tanah Dan Intrusi Air Laut. *JAI*, 1, 2, 211.
- Kristianto, P. 2002. *Ekologi Industri*, Penerbit ANDI, Yogyakarta.
- Mahida, U.N. 1981. *Water Pollution and Disposal of Waste Water on Land*, Mc Graw Hill, New York.
- Odum, E. P. 1996. *Dasar - Dasar Ekologi*, GadjahMada University Press, Yogyakarta.

- PAHIAA (Panitia Ad Hoc Intrusi Air Asin). 1986. *Direkrorat Geologi Tata Lingkungan*, Jakarta.
- Santoso. 1994. *Hidrogeologi Umum*, ITB, Bandung.
- Setiaji, B. 1995. *Baku Mutu Limbah Cair untuk Parameter Fisika, Kimia pada Kegiatan MIGAS dan Panas Bumi. Lokakarya Kajian Ilmiah tentang Komponen, Parameter Baku Mutu Lingkungan dalam Kegiatan Migas dan Panas Bumi*, PPLHUGM, Yogyakarta.
- Sosrodarsono, S. dan Takeda, S. 1987. *Hidrologi untuk Pengairan*, Pradnya Paramitha, Jakarta.
- Supardi. 2003. *Lingkungan Hidup dan Kelestariannya*, PT. Alumni, Bandung.
- Supriharyono, 2000. *Pelestarian dan pengelolaan sumber daya alam di wilayah pesisir tropis*, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Suripin. 2002. *Pelestarian Sumber Daya Tanah dan Air*. Andi, Yogyakarta.
- Syarief, Roestam. 2010. *Tata Ruang Air*, Andi, Yogyakarta.
- Widada, S. 2007. Gejala intrusi air laut di daerah pantai kota pekalongan. *Jurnal Ilmu Kelautan UNDIP*, Vol 12.

UNDER PROOF READING