

Identifikasi Intrusi Air Laut pada Akuifer Pantai Menganti, Kecamatan Kesugihan, Cilacap, Jawa Tengah

Doni Prakasa Eka Putra¹, Fania An Nisaa¹, Raja Susatio¹, Rilo Restu Surya Atmaja²

¹Departemen Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada; e-mail: putra_dpe@ugm.ac.id

²WSP Golder/PT Geotechnical & Environmental Services Indonesia

ABSTRAK

Pantai Menganti di Kecamatan Kesugihan, Kabupaten Cilacap, Jawa Tengah, merupakan salah satu pantai di pesisir selatan Jawa. Air tanah berada pada akuifer pasir dengan kedalaman sangat dangkal (1-2 m) dari permukaan tanah. Tata guna lahan yang berkembang adalah pemukiman, perkebunan, persawahan, tambak, dan pembangkit listrik tenaga uap (PLTU). Penelitian bertujuan mengidentifikasi intrusi air laut pada akuifer di Pantai Menganti menurut karakteristik fisika-kimia dan kadar ion klorida serta keterkaitannya dengan tata guna lahan. Pengukuran dan pengambilan sampel air tanah dilakukan dengan metode *random sampling* pada tata guna lahan yang berbeda. Pengukuran karakteristik fisika dan kimia air tanah yaitu pH, daya hantar listrik (DHL), *total dissolved solid* (TDS) dilakukan langsung di lapangan sedangkan analisis kadar ion klorida di laboratorium. Penelitian menunjukkan air tanah alami secara umum memiliki karakteristik pH relatif normal, DHL < 1.500 µS/cm, TDS < 1.000 mg/L, dan kadar ion klorida < 35 mg/L. Terdapat anomali nilai DHL, TDS, dan Kadar ion klorida yang mengindikasikan intrusi air asin khususnya di pesisir bagian timur. Area air tanah yang terpengaruh intrusi air laut diperkirakan sekitar 500 m dari garis pantai serta umumnya berasosiasi dengan pemukiman, tambak, dan PLTU.

Kata kunci: Cilacap, Akuifer Pantai, Ion klorida, Intrusi Air Laut, Tata Guna Lahan

ABSTRACT

Menganti Beach in Kesugihan District, Cilacap Regency, Central Java, is one of the beaches on the southern coast of Java. Groundwater is in a sandy aquifer with a shallow depth (1-2 m) from the ground surface. The developed land uses are settlements, rice fields, ponds, and coal power plants (PLTU). The aim of the study was to identify seawater intrusion in aquifers at Menganti Beach according to physico-chemical characteristics and chloride ion content and their relationship to land use. Measurement and sampling of groundwater was carried out by random sampling method. Measurement of the physical and chemical characteristics of groundwater, namely pH, electrical conductivity (DHL), total dissolved solid (TDS) was carried out directly in the field, while the analysis of chloride ion levels was conducted in the laboratory. Result shows that natural groundwater generally has a relatively normal pH, DHL < 1500 S/cm, TDS < 1000 mg/L, and chloride ion content < 35 mg/L. There are anomaly values of DHL, TDS, and Chloride ion levels which indicate saltwater intrusion, especially on the eastern coast. The groundwater area affected by seawater intrusion is estimated to be around 500 m from the shoreline and is generally associated with settlements, ponds, and PLTU.

Keywords: Cilacap, Coastal Aquifer, Chloride ion, Seawater Intrusion, Land use

Citation: Putra, D. P. E., An Nisaa, F., Susatio, R. dan Atmaja, R. R. S. (2023). Identifikasi Intrusi Air Laut pada Akuifer Pantai Menganti, Kecamatan Kesugihan, Cilacap, Jawa Tengah. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 21(3), 545-552, doi:10.14710/jil.21.3.545-552

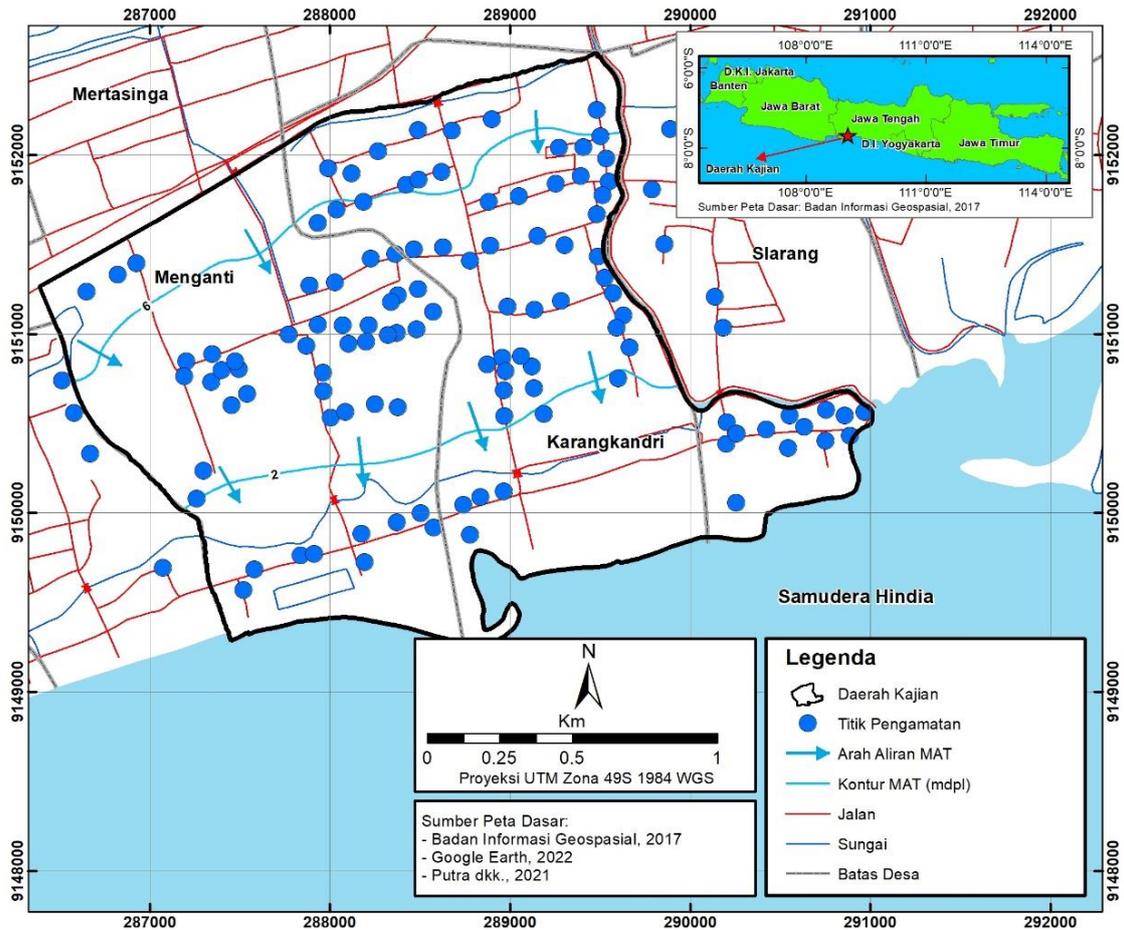
1. Pendahuluan

Pantai Menganti adalah salah satu pantai di Cilacap yang berada di sisi barat Sungai Serayu. Secara administrasi, wilayah pantai ini masuk pada Desa Menganti dan Desa Karangandri, Kecamatan Kesugihan, Cilacap, Jawa Tengah. Daerah penelitian dibatasi oleh Sungai Kesugihan pada bagian timur, Sungai Tanjung pada bagian barat, dan Samudera Hindia pada bagian selatan (lihat **Gambar 1**).

Menurut peta geologi regional, daerah penelitian tersusun atas endapan pantai yang tersusun atas pasir yang terpilih baik hingga sedang dan alluvium yang tersusun atas lanau, pasir, kerikil dan kerakal (Asikin, dkk, 1992) dan secara hidrogeologi masuk pada wilayah air tanah produktif sedang (Effendi, 1985)

serta masuk pada bagian dari wilayah Cekungan Air Tanah Cilacap (Permen ESDM, 2017).

Pada tahun 2018, di lokasi penelitian terjadi permasalahan penurunan muka air tanah khususnya di area pemukiman penduduk Desa Karangandri. Penelitian mengenai kondisi air tanah di Desa Menganti dan Desa Karangandri menunjukkan bahwa akuifer tersusun atas lapisan pasir dan pasir lempungan dengan sisipan lanau serta kedalaman muka air tanah yang umumnya sangat dangkal antara 0,57 – 2,5 mdpt, arah aliran air tanah seragam mengalir dari barat laut menuju selatan/tenggara (lihat **Gambar 1**) dengan fluktuasi atau naik turunnya muka air tanah tahunan berkisar antara 0,05-2,2 m di daerah tersebut (Putra, dkk., 2021).



Gambar 1. Lokasi penelitian dan titik observasi lapangan

Secara teoritis, turunnya muka air tanah pada akuifer pantai akan menyebabkan perubahan batas *interface* antara air tawar dan air asin,, kondisi ini sering dipercepat akibat ulah aktivitas manusia seperti kegiatan eksploitasi air tanah pada akuifer pantai (Lyles, 2000; Morris, dkk, 2003). Namun selain aktivitas manusia, Todd dan Mays (2005) menyatakan bahwa terdapat beberapa hal yang dapat menyebabkan munculnya air asin pada pada akuifer pantai, antara lain; (1) masuknya air laut ke daratan pada akuifer pantai akibat fluktuasi muka air tanah, (2) adanya air laut yang terperangkap pada akuifer pada masa lampau geologi, (3) adanya garam atau kubah garam yang berada pada formasi geologi penyusun akuifer, dan (4) adanya air dengan kadar garam tinggi akibat proses evaporasi di laguna pasang surut atau fenomena lain dengan sistem tertutup pada akuifer pantai tersebut.

Identifikasi intrusi air laut pada akuifer dapat dilakukan dengan beberapa cara atau metode. Bear, dkk, (1999) menyebutkan bahwa untuk menentukan ada tidaknya intrusi air laut pada air tanah terdapat setidaknya enam metode yang didasarkan pada (1) kadar ion klorida, (2) rasio ion Cl^-/Br^- , (3) rasio Na^+/Cl^- , (4) rasio Ca^{2+}/Mg^{2+} atau disebut sebagai *Ca enrichment method* dan $Ca^{2+}/(HCO_3^-+SO_4^{2-})$, (5) rasio $Cl^-/(HCO_3^- + CO_3^{2-})$ atau dikenal sebagai *Simpson ratio*

dan (6) *base exchange index* (BEX). Aplikasi beberapa metode diatas telah dilakukan oleh Wilopo, dkk, (2021) untuk mengidentifikasi ada tidaknya intrusi air laut di Pantai Parangtritis, Bantul, D.I. Yogyakarta dengan metode *Simpson ratio*, *Ca enrichment* dan BEX.

Metode yang sederhana yaitu identifikasi intrusi air laut pada air tanah telah diaplikasikan oleh PAHIAA(1986), dimana penentuan ada tidaknya intrusi air laut dilakukan berdasarkan nilai daya hantar listrik (DHL), total padatan terlarut (TDS) dan kandungan ion klorida (mg/L) pada air tanah seperti ditunjukkan pada **Tabel 1**. Pada **Tabel 1** terlihat jelas bahwa air tawar adalah air dengan nilai DHL < 1.500 $\mu S/cm$, TDS (mg/L) dan kandungan ion klorida (Cl^-) lebih kecil dari 500 mg/L.

Aplikasi klasifikasi PAHIAA (1986) untuk mengidentifikasi intrusi air asin telah dilakukan pada penelitian oleh Abdurrahman, dkk (2019) dan Putri, dkk (2017). Pendekatan dengan parameter DHL dan ion klorida untuk menentukan air tawar atau air asin yang disebabkan oleh intrusi air laut juga dilakukan oleh Klassen, dkk (2014). Klassen, dkk (2014) menghasilkan diagram hubungan DHL dan ion klorida untuk menentukan apakah air tanah masih masuk kategori alamiah normal, percampuran antara air tanah alami dan air laut atau benar-benar telah

terintrusi air laut. Pada diagram ini, kadar ion klorida pada air tanah yang alami atau normal umumnya memiliki kadar maksimum atau dibawah 40 mg/L. Kadar ion klorida yang hampir sama juga dilaporkan oleh Izbicki (1996), dimana intrusi air laut pada akuifer ditandai dengan meningkatnya nilai kadar ion klorida lebih dari 40-100 mg/L, tergantung pada posisi akuifer.

Secara regional, Purnama, dkk (2013) telah melakukan identifikasi kualitas fisika - kimia air tanah di Kabupaten Cilacap menurut bentang alamnya. Secara regional, bentang alam daerah penelitian masuk pada bentuk lahan asal proses fluvial dan marin. Pada bentang alam fluvial ini, ciri fisik dan kimia air tanah ditandai dengan nilai DHL 207 – 8.270 $\mu\text{S}/\text{cm}$ dengan kadar ion klorida 11,36 – 2402 mg/L. Sedangkan pada bentang alam marin, ciri fisika-kimia pada air tanahnya adalah memiliki DHL 647 – 1.242 $\mu\text{S}/\text{cm}$ dan kadar ion klorida berkisar 25,2 – 40,1 mg/L (Purnama, dkk, 2013). Berdasarkan klasifikasi air menurut PAHIAA(1986) maka air tanah di bentang alam fluvial masuk kategori air tawar hingga air payau, sedangkan air tanah pada bentang alam marin yang berbatasan dengan pantai masuk kategori air tawar – air agak payau.

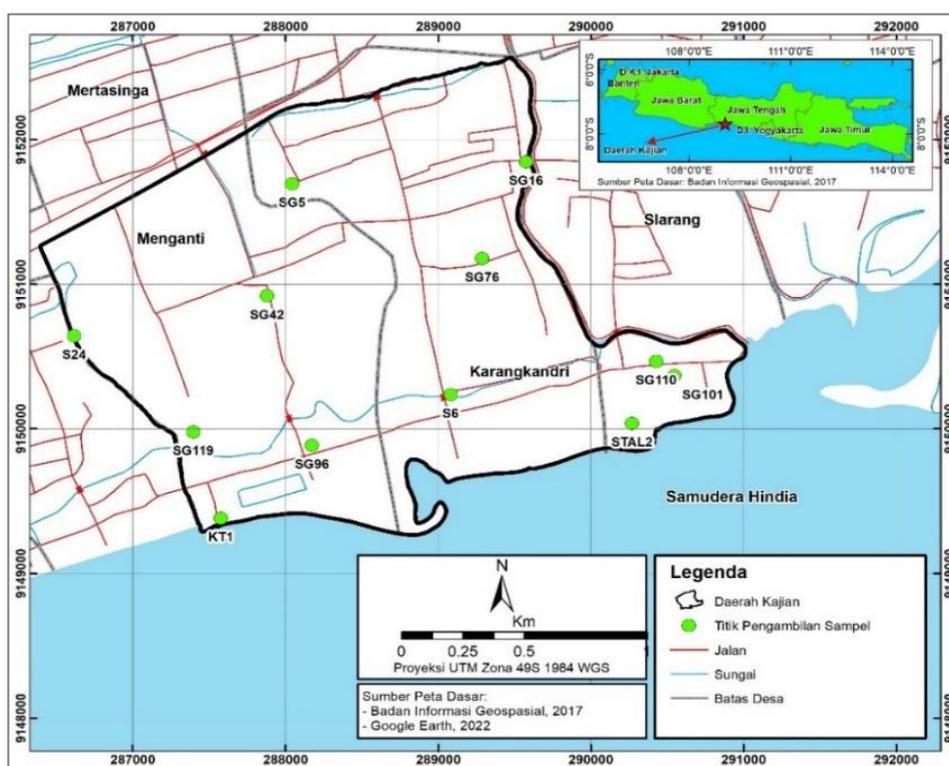
Berdasarkan penjelasan di atas, penelitian ini ditujukan untuk mengidentifikasi karakteristik fisika-kimia air tanah termasuk kadar alamiah ion klorida pada akuifer pantai Menganti khususnya di sekitar area Desa Menganti dan Desa Karangandri, menentukan sebaran intrusi air laut di daerah penelitian dan mengetahui sumber penyebab adanya intrusi air laut

pada akuifer di Pantai Menganti dalam kaitannya dengan aktivitas manusia yang diwakili dengan keragaman tata guna lahan di daerah penelitian.

2. Metode

Penelitian dilakukan dengan tahapan observasi lapangan yang meliputi pengukuran karakteristik fisika-kimia air tanah dan pengamatan tata guna lahan/aktivitas manusia di lokasi penelitian dan pengambilan sampel air tanah, diikuti dengan tahapan analisis data termasuk analisis kandungan ion Klorida di laboratorium dan diakhiri dengan tahapan evaluasi dan sintesa untuk menghasilkan peta sebaran karakteristik fisika-kimia air dan sumber penyebab keberadaan air selain air tawar di lokasi penelitian.

Pengukuran karakteristik fisika-kimia air tanah dilakukan dengan alat Hannameter HI-9811-5) sebanyak dua kali pada bulan April dan Agustus tahun 2019 (sebelum masa pandemi covid-19) terhadap sumur gali yang tersebar di sekitar daerah penelitian. Lokasi observasi dan pengukuran di lapangan ditunjukkan pada **Gambar 1**. Pengambilan sampel air untuk uji kandungan ion klorida dilakukan pada 12 lokasi yang tersebar di lokasi penelitian yang meliputi sampel air tanah (sumur gali dan sumur bor dangkal), sungai dan kolam tambak. Setiap sampel diuji dengan alat MetroOhm IC-850 P di Laboratorium Pusat Geologi, Departemen Teknik Geologi, FT-UGM untuk mengetahui kandungan ion klorida dalam air tanah. Lokasi pengambilan sampel air disajikan pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Lokasi pengambilan sampel air

Tabel 1. Klasifikasi air berdasarkan harga DHL, TDS, dan kandungan ion klorida (PAHIAA, 1986)

<i>Klasifikasi Air</i>	<i>DHL ($\mu\text{S/cm}$)</i>	<i>TDS (mg/L)</i>	<i>Cl⁻ (mg/L)</i>
Air Tawar	<1.500	<1.000	<500
Air Agak Payau	1.500 - 5.000	1.000 - 3.000	500 - 2.000
Air Payau	5.000 - 15.000	3.000 - 10.000	2.000 - 5.000
Air Asin	15.000 - 50.000	10.000 - 35.000	5.000 - 19.000
<i>Brine</i>	>50.000	>35.000	>19.000

Dalam rangka evaluasi penentuan klasifikasi air, klasifikasi air menurut PAHIAA(1986) digunakan dan untuk informasi tata guna lahan, visualisasi data dari Google Map dipakai sebagai sumber data sekunder dengan melakukan validasi di lapangan. Pada evaluasi ini, sebaran sifat fisika-kimia yaitu DHL dan TDS diinterpolasi dan ekstrapolasi menurut metode IDW (*Inverse Distance Weigthing*). Metode IDW dipilih karena metode ini lebih sesuai untuk data yang kurang rapat dan tersebar tidak merata serta hasil nilai interpolasi akan mendekati nilai yang terdekat daripada yang jauh (Setianto dan Triandini, 2015; Pramono, 2008).

Dalam rangka melihat keterkaitan dengan aspek tata guna lahan, peta sebaran ini kemudian ditumpang-tindihkan dengan peta tata guna lahan untuk melihat keterkaitan antara sebaran kelompok/jenis air dengan aktivitas manusia di permukaan.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Karakteristik Fisika-Kimia Air Tanah

Informasi sifat fisika-kimia air tanah dan sungai di lokasi penelitian ini ditunjukkan juga di **Tabel 2**. Dari **Tabel 2**, dapat dilihat bahwa pada musim hujan di bulan April terdapat 127 titik pengukuran sumur gali. Sedangkan pada musim kemarau di bulan Agustus terdapat 125 titik pengukuran sumur gali. Jumlah titik pengukuran pada kegiatan pengukuran di bulan Agustus lebih sedikit jika dibandingkan data pada bulan April, hal ini disebabkan karena beberapa lokasi pengukuran mengalami penurunan muka air tanah hingga dibawah dasar sumur sehingga tidak dapat dilakukan pengukuran.

Dari Tabel 2, pada pengukuran di bulan April dapat dilihat bahwa karakteristik fisika-kimia air tanah dari kode sampel SG adalah sebagai berikut yaitu memiliki kisaran nilai pH 5,6-8,3; nilai (DHL) 150-5.600 $\mu\text{S/cm}$; dan nilai (TDS) 77-2.800 mg/L. Sedangkan, untuk sampel dengan kode STAL yang berlokasi dekat dengan pantai menunjukkan kisaran nilai pH 6,8 - 7,4; nilai (DHL) 23.000 - 34.000 $\mu\text{S/cm}$ dan TDS 11.500 - 17300 mg/L dan masuk kategori air asin. Secara umum, air tanah berdasarkan data pengukuran bulan April umumnya memiliki nilai DHL <1.500 $\mu\text{S/cm}$ dan TDS <1.000 mg/L.

Pengukuran pada musim kemarau di bulan Agustus menunjukkan bahwa air sumur gali memiliki kisaran nilai pH 6,4-8,3; nilai DHL berkisar 240-7.800

$\mu\text{S/cm}$; dan nilai TDS berkisar 110-3.900 mg/L Di lain pihak, untuk sampel dengan kode STAL menunjukkan kisaran nilai pH 7,8; nilai (DHL) 49.300 - 49.700 $\mu\text{S/cm}$ dan TDS 24.700 - 24.900 mg/L (air asin). Karakteristik fisika-kimia air tanah berdasarkan pengukuran bulan Agustus menunjukkan peningkatan nilai DHL dan TDS. Namun secara umum, nilai DHL <1.500 $\mu\text{S/cm}$ dan TDS <1.000 mg/L atau kategori air tawar masih dominan seperti pada data bulan April.

3.2. Kadar Ion Klorida

Uji kandungan ion klorida dilakukan pada 12 titik observasi yang terdiri atas 9 air tanah dari sumur gali, 2 air sungai dan 1 air tambak. Data DHL dan kadar ion klorida pada masing-masing sampel air ditampilkan pada **Tabel 3** berikut ini. Berdasarkan hasil uji kandungan klorida dan sesuai standar PAHIAA (1986), hampir semua sampel air tanah masuk kategori sebagai air tawar (ion klorida < 500 mg/L) sedangkan air sungai dan tambak masuk dominan masuk kategori air agak payau dan air payau. Hanya sampel dari sumur gali paling dekat dengan pantai yaitu STAL2 menunjukkan kadar ion Klorida berkisar antara 945,62 - 1515,41 mg/L dan masuk kategori air agak payau.

Klasifikasi jenis air menurut kadar ion klorida ini kurang sesuai dengan klasifikasi jenis air menurut nilai DHL. Semisal pada sampel STAL2 nilai DHL air tanah mencapai lebih dari 30.000 $\mu\text{S/cm}$ artinya air telah masuk kategori air asin. Memperhatikan hal tersebut, tampak bahwa kadar ion Klorida di lokasi penelitian jauh di bawah batas klasifikasi jenis air PAHIAA(1986). Hal ini mungkin nilai kadar klorida untuk rona lingkungan awal di wilayah Jakarta yang digunakan oleh PAHIAA(1986) tentunya berbeda dengan rona lingkungan awal di lokasi penelitian. Oleh sebab itu menjadi penting menentukan kadar ion Klorida sebagai rona lingkungan awal di lokasi penelitian.

Berkenaan dengan rona lingkungan awal, sampel air tanah dan air sungai yang berada jauh dari pantai yaitu sampel SG5, SG16 dan SG76 menunjukkan kadar Klorida di bawah 35 mg/L. Nilai ini sesuai bahkan di bawah batasan kadar ion Klorida alami pada air tanah oleh Izbicki (1996) maupun Klassen, dkk, (2014). Oleh karena itu, nilai ini dapat digunakan sebagai nilai kadar klorida pada kondisi rona lingkungan awal, sehingga nilai kadar klorida di atas dari 35 mg/L telah dapat mengindikasikan adanya pencemaran air laut pada air tanah di lokasi penelitian.

Tabel 2. Sifat fisika-kimia air tanah di lokasi penelitian

Kode Sampel	Bulan	Jumlah Data	Ph	DHL ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	TDS (mg/L)
SG	April	125	5,6 - 8,3	150 - 5.600	77 - 2.800
	Agustus	123	6,4 - 8,3	240 - 7.800	110 - 3.900
STAL	April	2	6,8 - 7,4	23.000 - 34.000	11.500 - 17.300
	Agustus	2	7,8	49.300 - 49.700	24.700 - 24.900

Tabel 3. Nilai DHL dan konsentrasi ion klorida pada tiap sampel air

No	Kode Sampel	Klasifikasi Lokas	April 2019		Agustus 2019	
			DHL ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Cl ⁻ (mg/L)	DHL ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Cl ⁻ (mg/L)
1	SG5	Sumur gali	680	28,9	960	23,3
2	SG16	Sumur gali	410	12,0	380	7,1
3	SG42	Sumur gali	430	13,2	440	17,3
4	SG76	Sumur gali	710	30,9	780	34,1
5	SG96	Sumur gali	722	33,1	1.504	68,4
6	SG101	Sumur gali	600	16,9	840	16,9
7	SG110	Sumur gali	200	9,6	240	9,5
8	SG119	Sumur gali	1.360	33,6	1.400	40,8
9	STAL 2	Sumur gali	34.380	945	49.770	1.515
10	S6	Sungai	1.488	50,8	25.360	752
11	S24	Sungai	340	23,0	530	23,6
12	KT1	Tambak	25.280	981	44.310	1.254

Merujuk pada batas nilai DHL dan rona lingkungan awal ion klorida pada air tanah di daerah penelitian, maka kondisi air tanah yang diklasifikasikan sebagai air tanah alamia adalah yang memiliki DHL < 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$, TDS < 1000 mg/L dan kadar ion klorida < 35 mg/L. Untuk air dengan DHL > 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$, TDS > 1000 mg/L dan kadar ion klorida > 35 mg/L dapat dipastikan telah dipengaruhi oleh adanya pencemaran akibat intrusi air laut. Menurut data pada **Tabel 3**, persamaan antara nilai DHL dan ion Klorida pada air tanah di lokasi penelitian dapat dihasilkan seperti ditunjukkan pada **Gambar 3**.

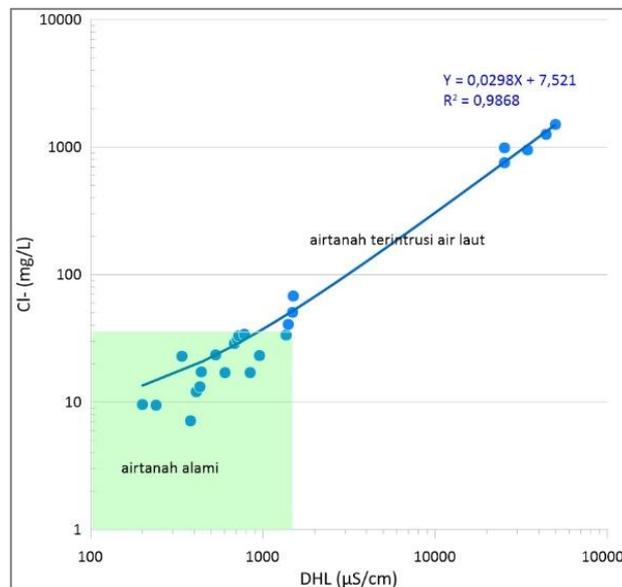
Persamaan linier dari nilai DHL dan ion Klorida ini memiliki $R^2 = 0,9868$, adapun persamaan tersebut adalah sebagai berikut:

$$\text{Kadar Cl}^- = 0,0298 \cdot \text{DHL} + 7,521 \quad (1)$$

Dimana:

$$\begin{aligned} &\text{Kadar Cl}^- \text{ (mg/L)} \\ &\text{DHL (}\mu\text{S/cm)} \end{aligned}$$

Berdasarkan persamaan (1), maka kadar ion klorida pada air tanah di wilayah penelitian dapat diperkirakan berdasarkan nilai DHL-nya. Perlu diperhatikan bahwa persamaan ini bersifat spesifik dan lokal pada wilayah penelitian, sehingga kemungkinan besar tidak dapat diaplikasikan pada lokasi/wilayah lain.



Gambar 3. Grafik DHL vs kadar ion klorida pada sampel air yang diambil pada bulan April dan Agustus 2019) di lokasi penelitian

3.3. Identifikasi Intrusi Air Laut

Identifikasi intrusi air asin di lokasi penelitian dilakukan dengan melalui pembuatan peta distribusi DHL air tanah. Hal ini karena, nilai kadar ion klorida pada air tanah di lokasi penelitian cenderung jauh berbeda dengan klasifikasi nilai kadar ion klorida menurut PAHIAA (1986). Peta distribusi nilai DHL pengukuran bulan April menunjukkan air tanah di

bagian utara hingga bagian tengah daerah penelitian umumnya memiliki kisaran 0-1.500 $\mu\text{S}/\text{cm}$, semakin ke bagian selatan daerah penelitian yaitu mendekati pinggir pantai, air tanah cenderung memiliki kisaran nilai DHL yang tinggi >10.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (**Gambar 4**).

Berdasarkan peta distribusi nilai DHL bulan Agustus, air tanah di bagian utara hingga bagian tengah daerah penelitian masih pada kisaran nilai DHL yang rendah (0 - 1.500 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Sementara semakin ke bagian selatan cenderung pada kisaran nilai DHL yang tinggi (>10.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$), hal ini dapat dilihat pada **Gambar 5**.

Perbandingan sebaran nilai DHL dari kedua tahap pengukuran menunjukkan adanya perluasan zona bernilai DHL tinggi (1.500 - >10.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$) pada bulan Agustus dibandingkan dengan data bulan April. Secara alami, hal ini dapat berkaitan dengan penurunan muka air tanah yang terjadi pada musim kemarau (Agustus 2019) yang menyebabkan bergesernya batas air asin pada akuifer menjadi lebih menjorok ke daratan.

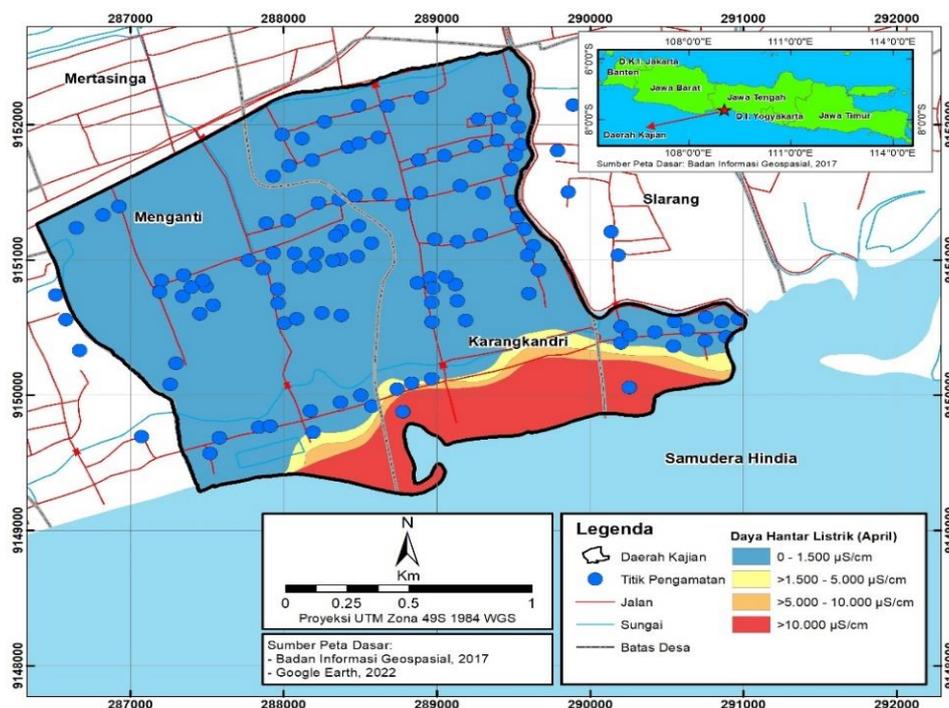
Area akuifer pantai yang kemungkinan terintrusi air laut adalah kurang lebih sejauh 400-500 m dari bibir pantai seperti ditunjukkan pada **Gambar 4** dan **Gambar 5** untuk area DHL bernilai antara 1.500 - > 10.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

3.4. Zona Intrusi Air Laut dan Tata Guna Lahan

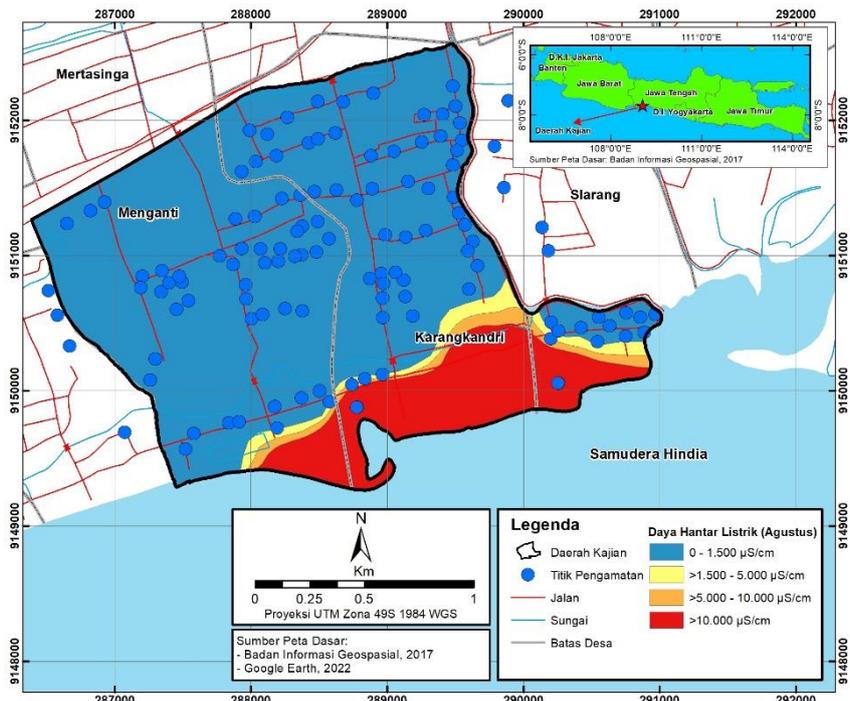
Tumpang tindih antara peta tata guna lahan dan zona intrusi air laut menurut nilai DHL menunjukkan bahwa, sebaran area dengan DHL 1500 sd >10000

$\mu\text{S}/\text{cm}$ berasosiasi dengan keberadaan kolam tambak, gedung atau bangunan PLTU dan area pemukiman, seperti diperlihatkan pada **Gambar 6**. Observasi lapangan menunjukkan adanya aktivitas pemompaan air tanah pada area kolam tambak untuk keperluan air tambak, *dewatering* pada area gedung/bangunan PLTU ketika proses konstruksi bangunan serta pemanfaatan air tanah sehari-hari oleh masyarakat di area pemukiman. Hal ini menunjukkan bahwa intrusi air laut di wilayah ini kemungkinan besar terjadi akibat pengambilan air tanah yang berlebihan. Pemanfaatan air tanah dalam rangka upaya usaha maupun pemenuhan kebutuhan sehari-hari seharusnya tidak dilarang, namun agar zona intrusi air laut pada akuifer di Pantai Menganti ini menyusut diperlukan pengelolaan pemanfaatan air tanah.

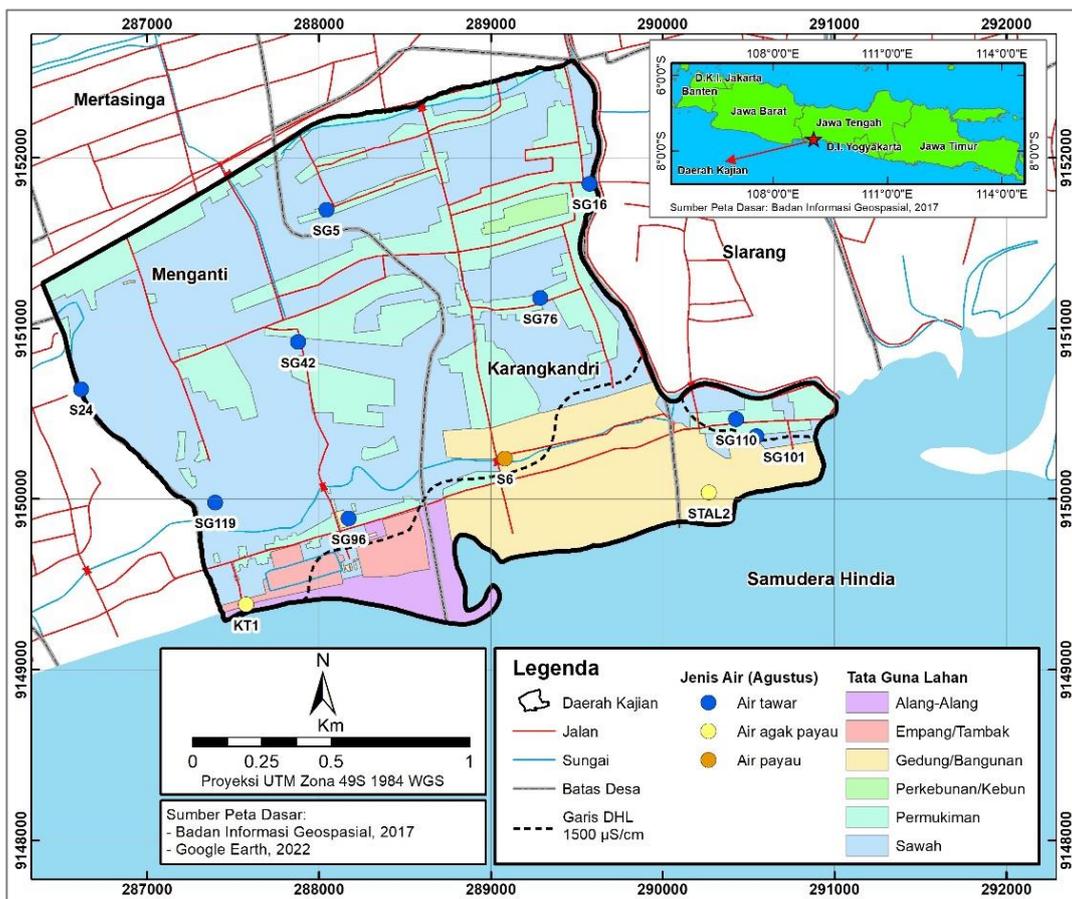
Kondisi pengelolaan air tanah perlu dilakukan dengan mengurangi atau membatasi debit pengambilan air tanah pada batas yang aman atau tidak berlebihan. Vázquez-Suñé, dkk, (2005) menunjukkan bahwa upaya pengurangan debit pengambilan air tanah pada akuifer pantai di Kota Barcelona dapat mengurangi intusi air laut pada akuifer yang ditandai dengan menurunnya kadar Klorida pada sumur-sumur produksi di akuifer pantai tersebut, hasil ini dicapai pada kurun waktu 10-15 tahun sejak pengurangan debit pemompaan diaplikasikan. Metode pengelolaan yang sama dapat dilakukan di Pantai Menganti walaupun hasil positif baru akan dicapai pada 10-15 tahun sejak pembatasan debit pengambilan air tanah diaplikasikan.



Gambar 4. Distribusi nilai DHL pada air tanah pengukuran bulan April



Gambar 5. Distribusi nilai DHL pada air tanah pengukuran bulan Agustus



Gambar 6. Tata guna lahan dan batas intrusi air asin di daerah penelitian

4. Kesimpulan

Penelitian identifikasi air asin di akuifer Pantai Menganti menunjukkan beberapa hasil yang menjawab tujuan penelitian yang telah ditetapkan, dengan kesimpulan sebagai berikut: (1) karakteristik air tanah alamiah di akuifer Pantai Menganti memiliki pH berkisar antara 5,6 – 8,3, nilai DHL < 1.500 mg/L, nilai TDS < 1000 mg/L dengan kadar ion Klorida \leq 35 mg/L, sedangkan air tanah yang telah tercemar oleh intrusi air laut cenderung memiliki karakteristik pH normal dengan DHL > 1500 mg/L, nilai TDS > 1000 mg/L dan kadar ion Klorida > 35 mg/L, (2) Sebaran intrusi air laut terjauh pada akuifer Pantai Menganti telah mencapai kisaran 400-500 meter dari pinggir pantai bagian timur. (3) zona intrusi air laut berasosiasi dengan keberadaan tata guna tambak, gedung/ bangunan PLTU dan wilayah pemukiman, dimana aktivitas pengambilan air tanah berlebihan pada zona tata guna lahan tersebut kemungkinan besar menjadi pemicu terjadinya intrusi air laut pada akuifer Pantai Menganti. Pengelolaan air tanah di wilayah ini perlu dilakukan sebagai antisipasi agar zona intrusi air laut ini tidak meluas. Salah satu cara yang efektif adalah dengan membatasi debit pengambilan air tanah secara bertahap sehingga secara alamiah kualitas air tanah pada akuifer Pantai Menganti dapat menjadi lebih baik di masa mendatang.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Departemen Teknik Geologi Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada yang telah memberikan dukungan dalam melaksanakan analisis laboratorium dengan menggunakan alat 850 *Professional Ion Chromatography* (IC) Metrohm di Laboratorium Pusat Geologi Departemen Teknik Geologi, Universitas Gadjah Mada

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrachman, Rosmaiti, dan Iswahyudi. (2019). Pemetaan Zonasi Intrusi Air Laut Di Kota Langsa. *AGROSAMUDRA Jurnal Penelitian*, No.6, Vol.1, p.1-7.
- Asikin, S., Handoyo, A., Pratistho, B., dan Gafoer, S. (1992). Peta Geologi Lembar Banyumas, Jawa. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Bear, J. (1999). *Seawater Intrusion in Coastal Aquifers: Concepts, Methods and Practices*. Kluwer Academic, 642p., Boston.
- Effendi, A. T. (1986). Peta Hidrogeologi Indonesia Lembar VI Pekalongan, Skala 1:250000. Direktorat Geologi Tata Lingkungan, Bandung.
- Izbicki, J. A. (1996). *Seawater Intrusion in a Coastal California Aquifer*. U.S. Geological Survey, USGS Fact Sheet No.125-96.
- Klassen, J., Allen D. M., dan Kirste, D. (2014). *Chemical Indicators of Saltwater Intrusion for the Gulf Islands*. BC Ministry of Forests, Lands and Natural Operation and BC Ministry of Environment, British Columbia.
- Lyles, J. R. (2000). *Is seawater intrusion affecting groundwater on Lopez Island, Washington?*. U.S. Geological Survey, USGS Fact Sheet FS-057-00.
- PAHIAA (Panitia Ad Hoc Intrusi Air Asin). (1986). *Klasifikasi Keasinan Perairan Jakarta*. Direktorat Geologi Tata Lingkungan, Jakarta.
- Pramono, G. H. (2008). Akurasi Metode IDW dan Kriging untuk Interpolasi Sebaran Sedimen Tersuspensi di Maros, Sulawesi Selatan. *Forum Geografi*, 22(2), 145. <https://doi.org/10.23917/forgeo.v22i2.4988>
- ESDM. (2017) Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral No.2 Tahun 2017 tentang Cekungan Air Tanah di Indonesia. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia, Jakarta.
- Putra, D. P. E., Atmaja, R. R. S., Nisaa, F. A., Setyawan, K. D., dan Hadi, P. (2021). Groundwater Level Changes in the Coastal Construction Site of Coal-Fired Power Plant, Cilacap, Indonesia; Natural or Construction Effect?. *Advances in Sustainable Construction and Resource Management*, p. 855-871.
- Putri, A. W., Suharto, B., dan Susanawati, L. D. (2017). Identifikasi Pencemaran Air Tanah Akibat Intrusi Air Laut (Studi Kasus Pesisir Pantai Ketah Kabupaten Situbondo). *Jurnal Sumber Daya Alam dan Lingkungan*, Vol.2, No.3., p.32-39.
- Setianto, A., & Triandini, T., 2015, Comparison of Kriging and Inverse Distance Weighted (IDW) Interpolation Methods in Lineament Extraction and Analysis. *Journal of Applied Geology*, 5(1), 21–29. <https://doi.org/10.22146/jag.7204>
- Todd, D. K., dan Mays, L. W. (2005). *Groundwater Hydrology*. John Wiley & Sons inc, 625p., Hoboken, NJ.
- Vazquez-Sune, S., Sanchez-Vila, X., dan Carrera, J. (2005). Introductory review of specific factors influencing urban groundwater, an emerging branch of hydrogeology, with reference to Barcelona, Spain. *Hydrogeology Journal*, Volume 13, p.522 – 533, Springer-Verlag.
- Wilopo, W., Risanti., Susatio, R., dan Putra, D. P. E. (2021). Seawater Intrusion Assessment and Prediction of Sea-Freshwater Interface in Parangtritis Coastal Aquifer, South of Yogyakarta Special Province, Indonesia. *Journal of Degraded and Mining Lands Management* 8(3): p. 2709-2718.