

## Original Article

e-ISSN: 2581-0545 - <https://journal.itera.ac.id/index.php/jsat/>



Received 9th December 2020  
Accepted 18th December 2020  
Published 20th December 2020

Open Access

DOI: 10.35472/jsat.v4i2.366

# Identifikasi Keberadaan Intrusi Air Laut pada Kawasan Pemukiman di Sekitar Pesisir Pantai Daerah Desa Sukajaya Lempasing Kecamatan Teluk Pandan

Daniel Radityo \*<sup>a</sup>, Alviyanda <sup>a</sup>, Happy Christin Natalia <sup>a</sup>, Ahmad Hamdani <sup>a</sup>, Angga Ahya Huseina <sup>a</sup>, Anjar Dwi Asterina Denhi <sup>a</sup>, Rifqi Andi Naufal <sup>a</sup>, Zayadah <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Program Studi Teknik Geologi Institut Teknologi Sumatera, Lampung Selatan 35365

\* Corresponding E-mail: [daniel.radityo@gl.itera.ac.id](mailto:daniel.radityo@gl.itera.ac.id)

**Abstract:** Sukajaya Lempasing is one of the villages located in Teluk Pandan District, Pesawaran Regency, Lampung Province. Sukajaya Lempasing Village was chosen as a place for research because of its position on the east coast which is directly adjacent to Lampung Bay, of which its groundwater is suspected to be contaminated by seawater, causing the water to be brackish. Field observation, data collection, as well as lithology and air control are needed to see the geological and hydrogeological conditions of this area. Based on the physical and chemical parameters, the well of Hamlet 7 has groundwater and there is no indication of sea water intrusion because the area is very close to hills which may become a catchment area so that groundwater flows out to sea with high pressure. Based on the salinity, TDS, and conductivity values obtained, the well that experienced seawater intrusion was the AJR3 well because it is located closest to the coastline and is supported by an alluvial sediment aquifer that has moderate to high aquifer productivity. The quality of water based on physical parameter data from wells in Hamlet 1, Hamlet 7 and sample AJR4 Hamlet 3 is classified as clean and suitable for daily use. The lithology in the form of alluvial deposits allows seawater intrusion, especially in areas close to the shoreline such as the AJR3 well.

**Keywords:** geology, groundwater, hidrogeology, intrusion, sea water

**Abstrak:** Desa Sukajaya Lempasing merupakan salah satu desa yang berada di Kecamatan Teluk Pandan, Kabupaten Pesawaran Provinsi Lampung. Pemilihan Desa Sukajaya Lempasing sebagai tempat penelitian karena posisinya yang berada di pesisir timur yang langsung berbatasan dengan Teluk Lampung yang diduga air tanahnya berpotensi terkontaminasi oleh air laut sehingga menyebabkan air bersifat payau. Kegiatan pengamatan lapangan, pengambilan data serta contoh litologi dan air diperlukan untuk mengetahui kondisi geologi dan hidrogeologi daerah ini. Berdasarkan parameter fisik dan kimia, sumur Dusun 7 memiliki air tawar dan tidak terindikasi adanya intrusi air laut dikarenakan daerah tersebut sangat dekat dengan perbukitan yang mungkin menjadi daerah resapan sehingga air tanah mengalir ke arah laut dengan tekanan tinggi. Berdasarkan nilai salinitas, TDS, dan konduktivitas yang diperoleh, sumur yang mengalami intrusi air laut adalah sumur AJR3 karena lokasinya yang paling dekat dengan garis pantai dan didukung dengan akuifer endapan aluvial yang memiliki produktivitas akuifer sedang sampai tinggi. Kualitas air berdasarkan data parameter fisik dari sumur Dusun 1, Dusun 7 dan contoh AJR4 Dusun 3 tergolong bersih dan layak digunakan untuk keperluan sehari-hari. Litologi berupa endapan aluvial memungkinkan terjadinya intrusi air laut terutama pada daerah dekat dengan bibir pantai seperti sumur AJR3.

**Kata Kunci :** airtanah, air laut, geologi, hidrogeologi, intrusi

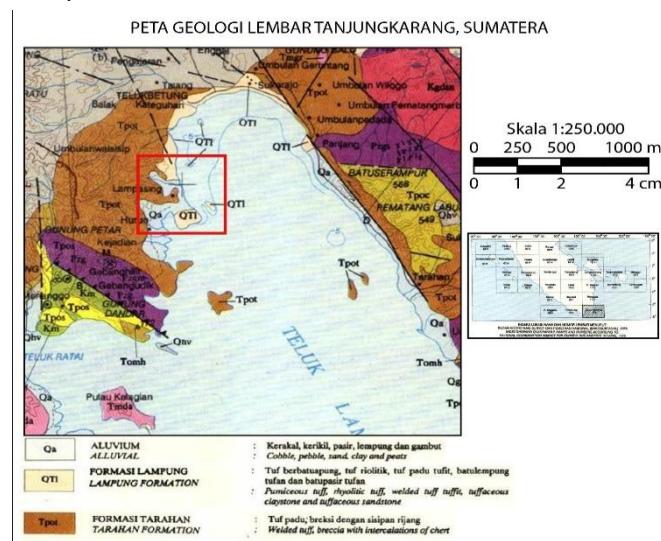
## Pendahuluan

Desa Sukajaya Lempasing merupakan salah satu desa yang berada di Kecamatan Teluk Pandan, Kabupaten Pesawaran Provinsi Lampung. Pemilihan Desa Sukajaya Lempasing sebagai tempat penelitian karena posisinya yang berada di pesisir timur yang langsung berbatasan dengan Teluk Lampung yang diduga air tanahnya berpotensi terkontaminasi oleh air laut sehingga

menyebabkan air bersifat payau. Jika dilihat dari topografinya, daerah Desa Sukajaya Lempasing sangat unik karena disisi timur merupakan pesisir pantai, sedangkan disisi barat merupakan bukit dan lembahan. Bagian barat tentunya memiliki kualitas air tanah yang bisa digunakan untuk mandi, cuci, kakus dan berasal dari Gunung Betung, sedangkan bagian timur berbatasan dengan Teluk Lampung yang menyebabkan adanya potensi sumberdaya air tanah terkontaminasi



oleh air laut. Pengertian intrusi air laut adalah menyusup atau masuknya air laut ke dalam pori-pori batuan dan atau tanah sehingga mencemari kondisi air tanah yang terkandung di dalamnya [11]. Intrusi air laut akan terjadi jika air laut masuk ke dalam pori-pori batuan yang kosong akibat penggunaan dari airtanah secara besar-besaran [8]. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi intrusi air laut yang masuk ke dalam air tanah sumur warga. Geologi regional ([Gambar 1](#)) daerah Desa Sukajaya Lempasing masuk dalam Formasi Tarahan (Tpot), Formasi Lampung (QTI), dan Aluvium (Qa) [9]. Formasi Tarahan terdiri dari tuf padu, breksi dengan sisipan rijang yang diperkirakan berumur Paleosen–Oligosen [9]. Sedangkan Formasi Lampung yang berumur Pliosen–Plistosen diendapkan tidak selaras diatas Formasi Tarahan. Formasi Lampung berupa tuf berbatu apung, tuf riolitik, tuf padu tufit, batu lempung tufan, batu pasir tufan [9]. Tuf merupakan batuan yang terbentuk hasil dari endapan piroklastik gunung api. Endapan termuda pada daerah penelitian berupa aluvium.



Gambar 1. Peta geologi regional lokasi kegiatan [9].

## Metode

Metode pelaksanaan penelitian dilakukan dengan tahapan sebagai berikut:

### 1. Studi literatur

Sesuai dengan tahapan dari kegiatan ilmiah, yang paling awal dibahas adalah konsep dari kegiatan, agar kerangka yang dibuat nanti dapat sesuai dengan yang diharapkan,

tahapan ini dilakukan dengan mengumpulkan literatur dari berbagai sumber mengenai kondisi daerah penelitian, kondisi geologi, akses, permasalahan yang dihadapi, dan juga keadaan masyarakat, hal ini dilakukan agar mendapatkan gambaran umum sebelum melakukan kegiatan lapangan secara langsung.

### 2. Pengamatan lapangan, pengambilan contoh, dan pengambilan data

Pengamatan lapangan di lokasi penelitian mencakup pengambilan data geologi, air sumur dan mata air yang ada. Data geologi yang diambil berupa deskripsi litologi batuan dan tanah, serta penyebarannya. Data air sumur yang diambil berupa data fisik dan kimiawi dengan cara diuji menggunakan alat khusus penguji air (*hand held*), kemudian dilakukan pengeplotan titik lokasi pengamatan. Selain itu, dilakukan melakukan dokumentasi dari seluruh kegiatan yang dilakukan. Contoh air, batuan dan tanah yang telah diambil pada tahapan ini kemudian dilakukan pemilihan untuk selanjutnya dilakukan analisis lebih lanjut.

### 3. Pengolahan data dan pembuatan peta

Data yang telah diambil ketika pengamatan lapangan kemudian diolah dan diintegrasikan dengan data hasil analisis laboratorium, dan di sajikan dalam bentuk peta tematik identifikasi analisis keberadaan intrusi air laut di daerah pemukiman disertai pembuatan materi mengenai penjelasan kondisi didaerah penelitian.

## Hasil dan Diskusi

### Analisis Geologi

Kondisi geologi di daerah penelitian Desa Sukajaya Lempasing memiliki kondisi geologi dengan litologi tuf dari Formasi Lampung. Ciri khas tuf pada Formasi Lampung sangat khas karena penyebarannya yang sangat luas. Litologi tersebut dapat membuat air permukaan cepat meresap kedalam tanah. Terdapat tanah-tanah berwarna merah gelap yang merupakan hasil pelapukan dari tuf yang ada. Tanah tersebut juga mempengaruhi kondisi air tanah yang ada di dalamnya. Jika hujan, tuf ini dapat mengotori air tanah menjadi keruh.

Data air tanah didapatkan dari pengambilan sampel air sumur gali di beberapa dusun di wilayah Sukajaya Lempasing. Pengambilan air sumur dilakukan dengan menggunakan beberapa alat parameter, yaitu *digital*

**Tabel 1.** Hasil pengukuran parameter fisik dan kimia sampel air sumur

No.	Lokasi	Kode sampel	Koordinat (x,y)	Elevasi (m)	Deskripsi							
					MAT	pH	TDS (ppm)	T (°C)	Konduktivitas (μS/cm)	Salinitas %	Rasa	Warna
1	Dusun 7	R1	(105,2598, -5,1275)	11,5	1,86	7	395	28,1	794	0,03	tawar	jernih
2	Dusun 7	R2	(105,2588, -5,51250)	12,1	1,82	7,31	363	28	771	0,03	tawar	jernih
3	Dusun 7	R3	(105,259053, -5,513973)	11,7	1,85	7,05	356	27,4	746	0,03	tawar	keruh
4	Dusun 7	R4	(105,2601, -5,514)	11,6	1,6	7,44	357	28	874	0,04	tawar	jernih
5	Dusun 1	AJR1	(9391905, -5227760)	7	2	5,3	318	28	642	0,03		
6	Dusun 3	AJR2	(9391974, -527944)	8	8	6,5	547	28,6	1088	0,05	tawar	Jernih
7	Dusun 3	AJR3	(9392012, -528119)	4	2,3	7	1443	28,3	3000	0,14	asin	Kuning
8	Dusun 3	AJR4	(9392061, -527840)	5	2,1	5	314	27,5	628	0,03	tawar'	jernih

Keterangan: Tabel berwarna merah pada sampel AJR3 merupakan sampel yang terindikasi adanya intrusi air laut

hand TDS (total padatan terlarut), EC (konduktivitas listrik), salinitas, dan pH. Hasil dari alat tersebut digunakan untuk mengetahui kualitas air tanah pada sumur warga yang dapat dilihat pada [Tabel 1](#). Penelitian dilakukan di Desa Sukajaya Lempasing khususnya di Dusun 3 dan di Dusun 7 yang posisinya paling dekat dengan pesisir pantai.

Melalui peta hidrogeologi, daerah Sukajaya Lempasing dapat dilihat arah aliran air tanah pada wilayah tersebut sehingga dapat diketahui keberadaan daerah imbuhan dan luahannya. Berdasarkan peta tersebut daerah imbuhan berada pada barat daerah penelitian dengan elevasi tertinggi 100 meter diatas muka air laut, sedangkan daerah luahan berada pada timur daerah penelitian dengan kontur rendah 0–10 meter diatas muka air laut.

Untuk mempermudah melakukan analisis terjadinya indikasi intrusi air laut dari data air tanah pada sumur daerah penelitian, hasil dari uji kualitas air tanah selanjutnya dibuat menjadi kontur-kontur dan zonasi. Beberapa hasil kontur dan zonasi parameter kualitas air tanah dibuat per dusun, sementara peta hidrogeologi dibuat satu daerah besar Desa Sukajaya Lempasing. Desa Sukajaya Lempasing memiliki berberapa dusun, beberapa merupakan Dusun 1, Dusun 3, dan Dusun 7.

### Analisis Kualitas Air Tanah

Analisis Kualitas air tanah secara fisik dilakukan terpisah dari Dusun 3 dan Dusun 7. Hal ini dilakukan agar mendapatkan data yang lebih lengkap dan spesifik. Analisis kualitas air tanah dilakukan satu per satu setiap

karakter fisiknya. Analisis dan peta dilakukan pada setiap karakter fisik *digital hand TDS* (total padatan terlarut), EC (konduktivitas listrik), salinitas, pH, dan muka air tanah (MAT) pada setiap dusun. Beberapa literatur digunakan sebagai batas acuan penilaian parameter fisik dalam standar baku mutu kesehatan secara umum [\[1\]](#) [\[3\]](#) [\[7\]](#) yang menginformasikan parameter fisik dalam standar baku mutu kesehatan lingkungan untuk media air untuk keperluan higienis sanitasi yang tertulis di

[Tabel 2](#) [\[6\]](#), klasifikasi konduktivitas menurut PAHIAA [\[10\]](#), klasifikasi TDS menurut Freeze dan Cherry [\[4\]](#), dan klasifikasi salinitas menurut Goetz [\[5\]](#).

**Tabel 2.** Parameter Fisik dalam Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan untuk Media Air untuk Keperluan Higienis Sanitasi [\[6\]](#)

No.	Parameter Wajib	Unit	Standar Baku Mutu (Kadar maksimum)
1	Kekeruhan	NTU	25
2	Warna	TCU	50
3	Zat padat terlarut (Total Dissolved Solid)	mg/L	1000
4	Suhu	°C	suhu udara ± 3
5	Rasa		tidak berasa
6	Bau		tidak berbau
7	pH		6,5 - 8,5

### Dusun 7

Dusun 7 terletak di bagian Tenggara desa Sukajaya Lempasing, pada dusun ini dilakukan 4 pengambilan contoh (*sampling*) air tanah pada sumur gali warga. Berdasarkan hasil analisis fisik dan kimia air sumur yang diambil dari empat sumur pada Dusun 7, didapatkan

nilai muka air tanah (MAT) sebesar 1,6–1,8 meter, rentang nilai konduktivitas sebesar 746-874  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , nilai TDS sebesar 356-395 ppm, nilai pH sebesar 7-7,44, dan nilai salinitas sebesar 0,03-0,04%. Nilai-nilai parameter fisik dan kimia air sumur Dusun 7 termasuk ke dalam nilai yang kecil dengan nilai berada di bawah standart baku mutu. Berdasarkan klasifikasi konduktivitas menurut PAHIAA [10], klasifikasi TDS menurut Freeze dan Cherry [4], dan klasifikasi salinitas menurut Goetz (1986), menunjukkan bahwa air dari keempat sumur pada Dusun 7 merupakan air tawar. Parameter fisik yang digunakan dalam analisis saling berhubungan, dimana nilai konduktivitas menunjukkan kemampuan air untuk menghantarkan aliran listrik. Jika air memiliki nilai konduktivitas yang besar, maka mendapatkan nilai TDS dan salinitas akan semakin besar juga. Hal ini karena nilai konduktivitas menunjukkan adanya indikasi padatan terlarut dalam jumlah tertentu yang dapat menghantarkan listrik, selain itu adanya kandungan elektrolit dalam air juga dapat mempengaruhi nilai konduktivitas, dimana kandungan elektrolit dalam air salah satunya dapat berasal dari garam yang terionisasi. Meskipun sampel Dusun 7 berada dekat laut tetapi dusun tersebut juga berada sangat dekat dengan morfologi perbukitan.

Jenis batuan pada Dusun 7 merupakan produk gunung api muda ([Gambar 2](#)) dan endapan aluvial. Produk gunung api muda tersebut berupa tuf lapili yang memiliki tekstur ukuran butir dari debu kasar hingga lapili, sortasi baik, kemas terbuka dan kebundarannya menyudut hingga membundar. Berdasarkan komposisi dan tekstur jenis batuan yang terdapat pada Dusun 7,



**Gambar 2.** Jenis batuan pada Dusun 7.

jenis akuifer yang termasuk dalam akuifer dengan aliran melalui celah dan ruang antar butir dengan sistem setempat akuifer dengan produktifitas sedang. Berdasarkan terkstur pada batuan yang ada maka permeabilitasnya umumnya sedang.

### Dusun 3

Sumur yang digunakan sebagai sampel pada Dusun 3 berasal dari tiga sumur berbeda yaitu AJR2 sampai AJR4. Berdasarkan parameter fisik air dari setiap sumur diperoleh rentang nilai konduktivitas, TDS, salinitas, pH, dan muka air tanah (MAT). Nilai muka air tanah (MAT) sebesar 2–8 meter. Nilai AJR2 memiliki nilai muka air tanah paling dalam sebesar 8 meter. Nilai konduktivitas air pada setiap sampel di Dusun 3 berada pada rentang 628-3000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  yang menunjukkan sampel tersebut merupakan air tawar hingga agak payau, namun pada sampel AJR4 nilai konduktivitasnya sebesar 628-1088  $\mu\text{S}/\text{cm}$  menunjukkan sampel tersebut merupakan air tawar berdasarkan klasifikasi PAHIAA [10]. Pesebaran nilai TDS di setiap sumur berada pada rentang 314-1443 ppm yang menunjukkan sampel airnya merupakan air tawar hingga payau, namun pada sampel AJR3 nilai TDS mencapai 1443 ppm yang tergolong air payau berdasarkan klasifikasi Freeze and Cherry [4]. Berdasarkan data, sampel AJR4 merupakan air tawar, sampel AJR2 dan AJR3 merupakan air payau. Selain TDS, konduktivitas, dan salinitas, pH air pada Dusun 3 juga bervariasi dengan rentang nilai 5-7. Salinitas air pada sumur di daerah Dusun 3 berdasarkan klasifikasi Goetz [5] menunjukkan bahwa air dari setiap sumur di Dusun 3 bervariasi mulai dari air tawar hingga air payau dengan rentang nilai 0,03-0,14%.

Berdasarkan hubungan parameter fisik air pada sampel AJR2 dan AJR4 (salinitas, konduktivitas, dan TDS), air tawar memiliki salinitas yang sangat rendah sehingga total garam terlarut (TDS) dan nilai konduktivitasnya rendah yang menyebabkan kemampuan menghantarkan listriknya sangat kecil. Selain itu, elevasinya 5 m dari permukaan laut dan morfologinya yang berada cukup dekat dengan bukit. Sebaliknya untuk sampel dan AJR3 yang merupakan air payau yang memiliki total garam terlarutnya (TDS) tinggi sehingga menyebabkan salinitasnya meningkat serta kemampuan menghantarkan listriknya semakin kuat.

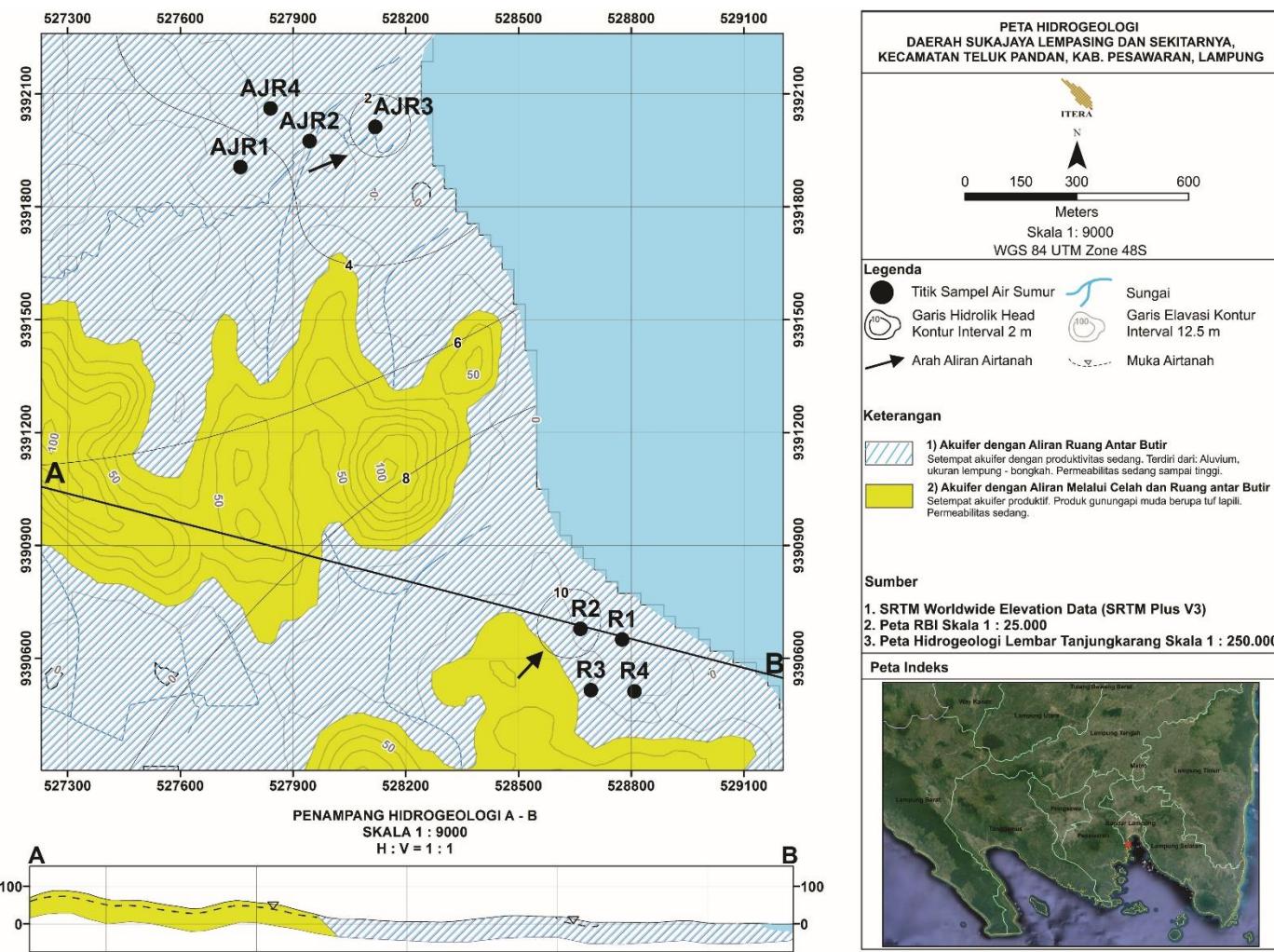
Indikasi adanya intrusi air laut berdasarkan analisis fisik dan kimia air. Pada sampel AJR3 nilai TDS, konduktivitas, dan salinitas menunjukkan air payau. Indikasi ini mungkin dipengaruhi oleh elevasi yang rendah sebesar 4 m dan keberadaannya yang sangat dekat dengan garis pantai. Jenis batuan pada Dusun 3 merupakan endapan aluvial yang memiliki ukuran butir halus hingga kerakal. Endapan ini termasuk akuifer dengan aliran melalui ruang antar butir. Permeabilitas pada endapan ini

termasuk sedang–tinggi sehingga daerah ini memiliki sistem aquifer setempat dengan produktifitas sedang.

### Dusun 1

Analisis fisik air pada Dusun 1 diambil hanya dari satu sumur dengan kode sampel AJR1. Hasil analisis ini menunjukkan nilai konduktivitas  $642 \mu\text{S}/\text{cm}$ ; nilai TDS sebesar 418 ppm; nilai pH 5,3; dan nilai salinitas sebesar 0,03%. Berdasarkan klasifikasi TDS dari Freeze and Cherry [4], klasifikasi konduktivitas menurut PAHIAA [10], dan klasifikasi salinitas menurut Goetz [5] menunjukkan bahwa air dari sumur ini merupakan air tawar. Berdasarkan hubungan parameter fisiknya (salinitas, konduktivitas, dan TDS), air tawar memiliki

salinitas yang sangat rendah sehingga total garam terlarut (TDS) dan nilai konduktivitasnya rendah yang menyebabkan kemampuan menghantarkan listriknya sangat kecil. Hal ini didukung oleh elevasinya 7 m dari permukaan laut dan morfologinya yang berada cukup dekat dengan bukit. Jenis batuan pada Dusun 1 merupakan endapan aluvial yang memiliki ukuran butir halus hingga kerakal. Endapan ini termasuk aquifer dengan aliran melalui ruang antar butir. Permeabilitas pada endapan ini termasuk sedang–tinggi sehingga daerah ini memiliki sistem aquifer setempat dengan produktifitas sedang. Kemudian semua data tersebut diolah dan dibuat peta hidrogeologi ([Gambar 3](#)). Peta Hidrogeologi merupakan peta tematik yang berisikan penggabungan data geologi yang berupa batuan dan tanah dan juga data air sumur warga [[21](#)].



**Gambar 3.** Peta Hidrogeologi Daerah Penelitian

### Kesimpulan

Kesimpulan yang didapat dari kegiatan penelitian kepada masyarakat Program Studi Teknik Geologi, Institut Teknologi Sumatera mengenai identifikasi keberadaan intrusi air laut di daerah pemukiman dan analisis kualitas air, adalah:

1. Berdasarkan parameter fisik dan kimia sumur dusun 7 memiliki air tawar dan tidak terindikasi adanya intrusi air laut dikarenakan daerah tersebut sangat dekat dengan perbukitan yang mungkin menjadi daerah resapan sehingga air tanah mengalir ke arah laut dengan tekanan tinggi.
2. Berdasarkan nilai salinitas, TDS, dan konduktivitas yang diperoleh, sumur yang mengalami intrusi air laut adalah sumur AJR3 karena lokasinya yang paling dekat dengan garis pantai dan didukung dengan akuifer endapan aluvial yang memiliki produktivitas akuifer sedang sampai tinggi.
3. Kualitas air berdasarkan data parameter fisik dari sumur Dusun 1, Dusun 7 dan contoh AJR4 Dusun 3 tergolong bersih dan layak digunakan untuk keperluan sehari-hari seperti mandi, cuci, dan kakus tetapi tidak layak untuk diminum.

Secara morfologi, daerah penelitian berada di daerah endapan aluvial dan produk gunung api muda dengan morfologi perbukitan dan dataran sehingga masih banyak ditemukan air bersih dan layak digunakan untuk keperluan sehari-hari seperti mandi, cuci, dan kakus tetapi tidak layak untuk diminum, namun litologi berupa endapan aluvial memungkinkan terjadinya intrusi air laut terutama pada daerah dekat dengan bibir pantai seperti sumur AJR3.

## Conflicts of interest

Tidak ada konflik interest

## Acknowledgements

Terima kasih kami ucapkan kepada Pusat Riset dan Inovasi Teknologi Kebumian dan Mineral yang sudah membantu kami dalam penelitian ini baik secara langsung maupun tidak secara langsung.

## References

- [1] Asmadi, Khayan dan Kasjono, H. S.: *Teknologi Pengolahan Air Minum*, Edisi Pertama, Yogyakarta: Goseny Publishing, 2011.
- [2] Butcher, K., Wick, A. F., DeSutter, T.: *Soil salinity: A threat to global food security*, *Agronomy Journal*, 108(6): 2189-2200, 2016.
- [3] Dawadi, S. dan Ahmad, S.: Evaluating the impact of demand-side management on water resources under changing climatic conditions, and increasing population, *Journal of environmental management*, 114: 261-275, 2013
- [4] Freeze, R. A., and Cherry, J. A.: *Groundwater*. Prentice-Hall Englewood Cliffs, 1979.
- [5] Goetz, P. W. (Ed.): *The New Encyclopedia Britannica 3 (15<sup>th</sup> ed.)*, Encyclopedia Britannica, p. 937, Chicago, 1986
- [6] Kementrian Kesehatan RI: Peraturan Menteri Kesehatan No 32 Tahun 2017 Tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan Dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua, dan Pemandian Umum, 2017.
- [7] Kodoatie, J. R., dkk.: *Pengelolaan Sumber Daya Air Dalam Otonomi Daerah*, Andi, Yogyakarta, 2002.
- [8] Kurdi, S. Z., dkk.: *Tipologi Bangunan Dan Kawasan Akibat Pengaruh Kenaikan Muka Air Laut Di Kota Pantai – Semarang*, 2000.
- [9] Mangga, S. A., Amirudin., Suwarti, T., Gafoer, S., & Sidarto: *Peta Geologi Lembar Tanjungkarang, Sumatera*. Bandung, 1993.
- [10] Panitia Ad Hoc Instrusi Air Asin Jakarta (PAHIAA-Jakarta).: *Klasifikasi Perairan*, Jakarta: 1986.
- [11] Putranto, T. T., Kusuma, K. I. (2009): *Teknik*, Vol 30 No 1 ISSN 0852-1697.