

## DETEKSI KEJADIAN INTRUSI AIR LAUT BERDASARKAN NILAI TAHANAN JENIS PENGUKURAN GEOLISTRIK (STUDI KASUS DAERAH PESISIR KOTA BANDAR LAMPUNG)

Eva rolia<sup>1</sup>, Mufidah<sup>2</sup>, Reyhan Singgih P<sup>3</sup>

Prodi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Metro

E-mail : roliaeva@yahoo.com<sup>1</sup>, mufidahupik8@gmail.com<sup>2</sup>, rehansisinga@yahoo.com<sup>3</sup>

### ABSTRAK

Penelitian di daerah Kecamatan Panjang dan Teluk Betung Selatan ini dilakukan dengan menggunakan alat Geolistrik yang merupakan metode penyelidikan air tanah. Dan dalam penelitian ini juga dilakukan uji *salinitas* air dengan menggunakan alat *refractometer*. Tujuan penelitian adalah untuk mencari letak dan kedalaman *akuifer* air tanah, serta jenis *akuifer* dengan menggunakan metode geolistrik, dan pemodelan air tanah dengan menggunakan *software Rock Work 2004* yang dapat menggambarkan kondisi perlapisan batuan dan pola pergerakan air tanah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis lapisan batuan yang terdapat pada daerah penelitian antara lain adalah, lempung, lempung berpasir, pasir berlempung, pasir, dan batu gamping. Dari hasil penelitian ini juga didapat bahwa *akuifer* air tanah berada pada kedalaman 3,26 meter hingga 47,4 meter dari muka tanah. Jenis *akuifer* yang terdapat pada daerah penelitian adalah *akuifer* bebas, *akuifer* semi tertekan dan *akuifer* tertekan. Sedangkan dari uji salinitas didapatkan bahwa pada daerah Way Lunik dan Ketapang sudah terjadi intrusi air laut.

**Kata Kunci :** Siklus Hidrologi, *Akuifer*, Geolistrik *Resistivitas*.

### PENDAHULUAN

Hampir tidak ada satu pun kegiatan atau usaha yang dilakukan oleh manusia, untuk memenuhi kebutuhan hidupnya, yang tidak ada peranan air di dalamnya. Mulai dari kegiatan sederhana, seperti kegiatan mandi, cuci dan kakus sampai dengan pembangkit atau produksi energi listrik, semua memerlukan air. Begitu pentingnya peranan air dalam kehidupan, akses dan ketersediaan air juga memiliki peran yang sangat signifikan. Untuk akses, manusia dapat membangun berbagai macam ragam sarana, prasarana, struktur, infrastruktur, komponen dan sistem yang memudahkan air untuk memperoleh air secara efisien dan efektif, memenuhi prinsip *accessability*, *affordable*, *achieveable*.

Berbeda halnya dengan akses, untuk ketersediaan (*availability*) tidak dapat dirancang oleh manusia. Berdasarkan

hukum kekekalan masa dan energi, jumlah air yang berada di dunia adalah tetap, tidak mengalami perubahan atau perbedaan. Yang berbeda adalah bentuk atau fasa air. Misalnya, ada air yang berfasa padat (misalnya es), berfasa gas (misalnya uap) dan berfasa cair. Selain itu, terdapat juga koloid. Berdasarkan hal ini, terdapat air permukaan, mulai dari sumber mata air dan badan air (seperti sungai). Selain air permukaan, terdapat juga air di dalam tanah. Seperti juga halnya air permukaan, ketersediaan peta air permukaan menjadi salah satu hal yang memudahkan manusia untuk mengetahui posisi sekaligus dapat merumuskan cara terefisien untuk mengaksesnya.

Terkait dengan Rencana Umum Tata Ruang, Rencana Tata Ruang dan Wilayah, Rencana Detail Tata Ruang, Rencana Tata Bangunan dan Lingkungan berdasarkan peraturan perundang-

undangan harus disusun dengan melengkapi dasar pertimbangannya berdasarkan analisis penetapan kawasan *ekoregion*, rencana perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup dan kajian lingkungan hidup strategis. Untuk kajian lingkungan hidup strategis, salah satu data yang diperlukan adalah daya tampung, daya dukung dan daya lenting lingkungan. Untuk daya dukung, salah satu hal yang harus juga diperhatikan adalah ketersediaan air tanah, baik kuantitas maupun kualitas serta posisi terdepositnya di dalam tanah.

Berdasarkan data dari Badan Geologi Nasional, Provinsi Lampung mempunyai 9 cekungan air tanah, yaitu 4 cekungan lintas provinsi, 3 cekungan lintas kabupaten/kota, dan 2 cekungan merupakan cekungan yang berada dalam satu wilayah kabupaten. Secara keseluruhan air tanah yang ada di Provinsi Lampung mempunyai potensi sebesar 2.335,91 juta m<sup>3</sup>/tahun untuk air tanah bebas dan air tanah tertekan sebesar 1123 juta m<sup>3</sup>/tahun. Permasalahan yang sering muncul adalah saat dilakukan pengeboran untuk mendapatkan air tanah terkadang tidak ditemui air tanah yang baik secara kualitas maupun kuantitas.

Dengan demikian, ketersediaan peta air tanah menjadi sangat penting. Dengan berdasarkan peta ini, dapat dengan mudah mengetahui atau bahkan memprediksikan kondisi air tanah, mulai dari pola-pola alirannya, tempat-tempat terdepositnya, jumlahnya setiap saat secara lebih efisien. Dengan mengetahui peta air tanah, relatif lebih mudah untuk menentukan zonasi daerah imbuhan (*recharge*) dan daerah pengambilan (*discharge*) serta untuk menetapkan jenis usaha atau kegiatan apa yang dapat dilakukan di atasnya, cara yang tepat untuk melakukan usaha-usaha konservasi, pembatasan pengambilannya, dan bagaimana cara yang arif dan bijaksana dalam memanfaatkannya. Dalam rangka pembangunan yang

berkelanjutan, sangat diperlukan adanya peta zonasi air tanah, bukan hanya memenuhi *Sustainable Development Goals*, namun juga terpenuhinya prinsip ekonomi lingkungan hidup dan keadilan antar generasi, memenuhi kebutuhan generasi saat ini dan generasi mendatang.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Siklus Hidrologi

Presipitasi yang jatuh di permukaan bumi menyebar ke berbagai arah dengan beberapa cara. Sebagian tertahan sementara di permukaan bumi sebagai genangan air, es atau salju yang dikenal dengan simpanan depresi. Sebagian hujan atau lelehan salju akan mengalir ke kanal atau sungai yang disebut sebagai aliran permukaan (*run off*). Jika permukaan tanah porous sebagian air akan meresap ke dalam tanah melalui infiltrasi. Sebagian lagi air akan kembali ke atmosfer melalui proses penguapan (evaporasi) dan evapotranspirasi. Dalam kesetimbangan terjadinya proses evaporasi dan kondensasi ini akan berlangsung fraksinasi isotop <sup>2</sup>H dan <sup>18</sup>O yang ada dalam molekul H<sub>2</sub>O sehingga komposisi isotop <sup>2</sup>H dan <sup>18</sup>O dalam uap air yang terjadi berbeda dengan yang ada dalam air yang menguap.

### Akuifer

Sebagian besar air tanah berasal dari air permukaan yang mengalami infiltrasi (air meteorik), *influent* dari saluran-saluran atau sungai, rembesan dari reservoir, resapan buatan, rembesan dari air laut, air yang terangkap di dalam batuan sedimen (*connate water*), dan dari air juvenil (air *magmatik* dan air *kosmik*).

### Metode Geolistrik Resistivitas

Metode geolistrik resistivitas merupakan metode geolistrik yang mempelajari sifat resistivitas (tahanan jenis) listrik dari lapisan batuan di dalam bumi. Pada metode ini arus listrik diinjeksikan ke dalam bumi melalui dua

buah elektroda arus dan dilakukan pengukuran beda potensial melalui dua buah elektroda potensial. Dari hasil pengukuran arus dan beda potensial listrik akan dapat dihitung variasi harga resistivitas pada lapisan permukaan bumi di bawah titik ukur (*Sounding point*). Pada metode geolistrik dikenal banyak konfigurasi elektroda, diantaranya yang sering digunakan adalah: konfigurasi *Wenner*, konfigurasi *Schlumberger*, konfigurasi Dipol-dipol dan lain-lain.

Nilai tahanan jenis yang terukur bukanlah tahanan jenis yang sebenarnya melainkan tahanan jenis semu ( $\rho_a$ ). Nilai tahanan jenis dari bahan atau material berbanding terbalik dengan daya hantar listrik (*conductivity*).

$$R = \frac{\Delta V}{I}$$

Dimana: R adalah tahanan (*resistance*) dalam *ohm*,  $\Delta V$  adalah beda potensial listrik dalam *volt*, I adalah arus listrik yang mengalir dalam *ampere*.

### Pemodelan Air Tanah

Beberapa asumsi yang diterapkan dalam pemodelan adalah :

- a. *Akuifer* membentuk sistem *akuifer* tunggal dan tertekan.
- b. Dimensi arah aliran air tanah seara horisontal lebih dominan dari arah vertikal (model dua dimensi).
- c. Geometri dan nilai parameter hidrolis *akuifer* bervariasi.
- d. Daerah model dialasi lapisan kedap (*impermeabel*).
- e. Batas model sebagai batas aliran tetap.
- f. Garis tinggi tekan aliran bersifat menerus.
- g. Tidak terjadi bocoran.
- h. Air tanah yang masuk dan keluar dari daerah model karena pengaruh eksternal.
- i. Aliran air tanah hanya arah horisontal yang disebabkan perbedaan tinggi tekan.

### Penelitian Terdahulu

Melakukan penelitian dengan menggunakan Geolistrik yang berjudul “Studi dan Pemodelan Air Tanah Akibat Pengaruh Pemompaan (Studi kasus di Kelurahan Imopuro, Metro Pusat)”. Dari hasil penelitian diperoleh gambaran letak *akuifer* air tanah yang berpotensi cukup besar terdapat pada wilayah Jl. Khanafiah, Way Seputih, Sultan Hasanuddin, dan lain-lain yang termasuk dalam wilayah 15 B. Timur, dan potensi air tanah yang kurang baik pada daerah jalan Cut Nyak Dien, Teuku Umar, dan Maulana yang termasuk dalam daerah 15 B. barat Kelurahan Imopuro. Hal tersebut disebabkan karena pada daerah 15 B. Barat banyak sekali terdapat sumur pompa, sehingga mempengaruhi sumur gali penduduk sekitar. *Akuifer* air tanah dangkal bisa ditemui mulai kedalaman 1 meter hingga 10 meter, dan *akuifer* air tanah dalam dijumpai mulai kedalaman 20 meter hingga ratusan meter. Ketebalan *akuifer* cukup besar antara 10 m hingga 100 meter. Lapisan batuan pada daerah ini adalah kerikil, pasir, pasir berlempung, lempung berpasir, dan batuan dasar berupa batu kapur dan batuan kristalin. Jenis *akuifer* pada daerah Imopuro didominasi oleh *akuifer* bebas dan semi tertekan.

Rolia (2011) melakukan penelitian menggunakan geolistrik konfigurasi *schlumberger* dan pemodelan air tanah dengan *Rock Work 2015* untuk pemetaan potensi dan aliran air tanah di Kabupaten Lampung Tengah. Titik pengukuran sebanyak 238 titik tersebar di 6 (enam) kecamatan di Kabupaten Lampung Tengah, yang memiliki tempat industri besar yang cukup banyak. Industri tersebut berjalan dengan menggunakan air tanah kedalaman lebih dari 200 meter yang tentu saja mempengaruhi kualitas dan kuantitas pada sumur penduduk sekitar pabrik.

## METODE PENELITIAN

### Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di cekungan air tanah Bandar Lampung yang meliputi 4 Kecamatan yaitu Kecamatan Panjang, Kecamatan Teluk Betung Selatan, Kecamatan Teluk Betung Utara, dan Kecamatan Teluk Betung Barat.

### Desain Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimen dengan mengukur nilai tahanan jenis di dalam tanah. Tahanan jenis dapat menggambarkan kondisi kandungan air dan mineral di dalam tanah, meskipun pengukuran dilakukan di atas permukaan tanah.

### Data

Pada penelitian ini, data tahanan jenis tidak dilakukan pengukuran tapi menggunakan hasil pengukuran tahanan jenis tahun 2016-2018. Data-data lainnya yang dibutuhkan adalah peta wilayah administrasi, peta geologi.

### Pengolahan Data

Data yang diperoleh dari pengukuran di lapangan adalah besar arus ( $I$ ) dan beda potensial ( $V$ ), yang kemudian dilakukan perhitungan untuk menentukan harga tahanan jenis semu  $\rho_a$  yaitu hasil kali faktor geometri  $K$  dengan perbandingan potensial dan arus dengan perumusan sebagai berikut:

$$\rho_a = k \frac{\Delta V}{I}$$

Setelah didapatkan harga tahanan jenis semu kemudian dibuat pemodelan 1D untuk mendapatkan harga tahanan jenis sebenarnya (tahanan jenis aktual). Software yang digunakan untuk pengolahan data 1D adalah IP2WIN. Data masukan pada *software* ini adalah tahanan jenis semu dan jarak antar elektroda arus ( $AB/2$ ). Dari hasil pemodelan 2D, maka dapat dibuat

pemodelan 3D dengan menggunakan *software Rockwork 2015*.

### Metode Analisis Dan Interpretasi Data

Analisis dan interpretasi data hasil pengukuran Geolistrik dapat dilakukan dengan cara pembacaan hasil 1D, 2D, dan 3D yang menggunakan *software* IP2WIN dan *Rockwork*. Selain itu informasi geologi dari hasil pembacaan peta geologi, geohidrologi, topografi, data sumur bor, hasil pengamatan langsung, dan hasil wawancara dengan penduduk menjadi hal yang harus dipertimbangkan dalam menganalisis dan menginterpretasikan hasil pengukuran geolistrik.

### Hasil

1. Gambaran kondisi geologi, hidrologi, dan topografi daerah penelitian yang diperoleh dari pembacaan nilai tahanan jenis batuan.
2. Model persamaan air tanah. Publikasi nasional pada jurnal internasional dan nasional terakreditasi atau prosiding seminar nasional dan internasional.

## HASIL PENELITIAN

### Hasil Pendugaan Geolistrik

Berdasarkan hasil pengukuran dengan geolistrik yang dilakukan pada 11 titik pengukuran akan menghasilkan nilai kuat arus dari elektroda arus yang dihubungkan dengan *amperemeter*, dan nilai beda potensial dari elektroda potensial yang dihubungkan dengan *voltmeter*. Kemudian nilai kuat arus dan potensial hasil pengukuran tersebut dijadikan nilai tahanan jenis semu dengan menggunakan formulasi:

$$\rho = k \cdot \frac{\Delta v}{i}$$

Dimana:

$\rho$  = Tahanan jenis semu (*ohm m*)

$\Delta v$  = Beda Potensial (mili *volt*)  
 $i$  = Kuat arus (mili *ampere*)  
 $k$  = Konstanta *Schlumberger*

Sebagai contoh hasil pengukuran geolistrik di titik 1 yaitu Lapangan Baruna kelurahan Karang Maritim Kecamatan Panjang. Pada pengukuran elektroda potensial 0,5 m dan elektroda arus 1,5 m diperoleh nilai beda potensial 1792 mV dan kuat arus 103 mA. Dari nilai rentangan elektroda, konstanta *Schlumberger* bernilai 6,25 sehingga:

$$\rho = 6,25 \frac{1792 \text{ mV}}{103 \text{ mA}} = 108,74 \text{ ohm m}$$

Jadi, nilai tahanan jenis semu untuk pengukuran elektroda potensial 0,5 m dan elektroda arus 1,54 m pada daerah Lapangan Baruna adalah 108,74  $\Omega$ m.

### **Kondisi Air Tanah**

Daerah penelitian berdasarkan kondisi geologi merupakan daerah berbatuan induk gamping. Hal ini terlihat dari profil pendugaan geolistrik, dimana sebagian besar batuan induknya adalah batu gamping. Keberadaan batu gamping terlihat dari adanya trend naik pada gambar pendugaan geolistrik dengan menggunakan IP2Win. Selain batu gamping, material yang dominan pada daerah penelitian adalah pasir dan lempung. Keberadaan material lempung ini dapat disebabkan karena daerah tersebut merupakan daerah perbukitan dengan curah hujan yang cukup besar sehingga aliran hujan membawa material berupa lempung menuju ke daratan. Sedangkan adanya material pasir disebabkan karena daerah penelitian merupakan dataran pantai sehingga terpengaruh oleh aktifitas marine yang membawa material pasir. Kemudian di daerah penelitian, material pasir dan lempung ini terakumulasi sehingga pada titik-titik pendugaan geolistrik dominasi materialnya berupa pasir berlempung atau lempung berpasir.

Dari hasil pengamatan, wawancara, peta hidrogeologi, peta geologi, peta topografi, dan hasil pendugaan geolistrik diperoleh gambaran bahwa kondisi air tanah di daerah studi sangat terbatas dan memiliki kualitas yang kurang baik. Penyebabnya adalah karena daerah tersebut merupakan daerah industri dan padat penduduk. Kepadatan tersebut membuat air tercemar, akibat pembuangan limbah secara sembarangan. Selain itu, menurut wawancara dengan penduduk bahwa kondisi air di daerah studi tidak layak untuk dikonsumsi, sehingga untuk keperluan makan dan minum, penduduk membeli air isi ulang.

### **Jenis Perlapisan Batuan Daerah Penelitian**

Hasil Pendugaan geolistrik dan pemodelan yang menggunakan *software Rock Work 2004*, diperoleh gambaran perlapisan batuan secara umum di daerah penelitian terdiri dari lapisan lempung, lempung berpasir, pasir berlempung, pasir, dan batu gamping.

### **Kedalaman Akuifer Air Tanah**

*Akuifer* adalah suatu lapisan, formasi, atau kelompok formasi satuan geologi yang lulus air baik yang terkonsolidasi (misalnya batu pasir) maupun yang tidak terkonsolidasi (pasir lepas) dengan kondisi jenuh air dan mempunyai suatu besaran kehantaran hidraulik (K) sehingga dapat membawa atau mengambil air dalam jumlah yang ekonomis.

Dalam penelitian ini ditemukan perlapisan batuan berupa lempung, lempung berpasir, pasir berlempung, pasir, dan batu gamping. Batu pasir merupakan sedimen lepas dari butir mineral dan pecahan batuan yang dapat bertindak sebagai *akuifer* yang baik dan dapat menghasilkan air dalam jumlah besar. Selain pasir, batu gamping yang juga terdapat pada daerah penelitian yang juga merupakan lapisan permeabel. Batu gamping merupakan batuan karbonat

yang memiliki sifat kerapatan, kesarangan, dan kelulusan yang tinggi.

### **Karakteristik Akuifer Air Tanah**

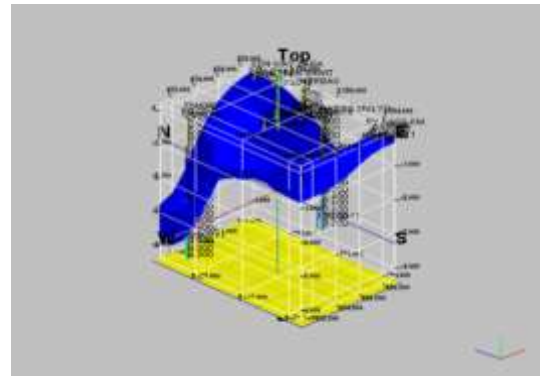
Dilihat dari jenis batuan penyusun di daerah studi, maka dapat diprediksi bahwa jenis *akuifer* di daerah studi merupakan *akuifer* bebas dan *akuifer* semi tertekan, karena berada diantara lapisan *impermeabel*. Di daerah ini, air tanah cukup langka dan kualitasnya kurang baik. Berdasarkan pengamatan langsung di lapangan, air berwarna keruh dan berbau. Pada daerah penelitian, terdapat lapisan pasir dan batu gamping yang merupakan jenis *akuifer* baik.

### **Aliran Air Tanah**

Air tanah mengalir dari daerah yang lebih tinggi menuju ke daerah yang lebih rendah dan berakhir di laut. Secara umum aliran air tanah dipengaruhi oleh kondisi topografi, geologi, permeabilitas dan porositas tanah. Daerah yang lebih tinggi merupakan daerah imbuhan/pengisian air (*recharge area*), dan daerah yang rendah merupakan daerah keluaran (*discharge area*). Daerah pelepasan bisa di daerah pantai, lembah atau aliran sungai. Daerah penelitian terdiri dari daerah dataran tinggi yaitu pada Kelurahan Way Laga, Ketapang, dan Pidada. Sedangkan daerah dataran rendah dan cukup dekat dengan laut adalah Kelurahan Karang Maritim, Way Lunik, dan Panjang Selatan.

Berdasarkan hasil *survey* pengukuran muka air tanah yang dilakukan di sumur gali penduduk, diperoleh hasil bahwa daerah tangkapan di kelurahan Way Laga, Ketapang dan Pidada merupakan dataran tinggi dengan muka air tanahnya cukup dalam, mencapai 7 meter dari muka tanah tetapi pada daerah Merbau Mataram ketinggian muka air 0,1 m dari permukaan tanah. Sedangkan pada daerah Panjang Selatan dan Karang Maritim, tinggi muka air tanah ditemui pada kedalaman 0,6 meter dari muka tanah setempat.

Pada daerah penelitian terdapat patahan akibat aktivitas gunung Krakatau. Bentuk struktur patahan (*faults*) merupakan sifat geometrik dari sistem geologi oleh perubahan bentuk akibat adanya proses penyimpanan dan proses kristalisasi dari batuan. Bentuk patahan ini sangat berpengaruh terhadap gerakan air tanah. Gambaran secara spesifik tentang aliran air tanah dapat dilihat pada potongan penampang *akuifer* air tanah dari *software Rock Work 2004*. Dalam potongan ini tidak dipertimbangkan adanya patahan pada daerah studi.



Gambar 1. Ilustrasi Pergerakan Air Tanah (Sumber: Hasil Penelitian, 2022)

Dari gambar ilustrasi di atas terlihat bahwa pergerakan air tanah di semua titik ukur menuju ke laut. Pemodelan di atas hanya berdasarkan kondisi topografi dan litologi batuan, tidak mempertimbangkan kondisi geologi daerah studi. Aliran *akuifer* air tanah dimulai dari dataran tinggi daerah Kelurahan Way Laga dan turun ke dataran yang lebih rendah yaitu daerah Panjang. Aliran berakhir di daerah muara Way Kuala.

### **Intrusi Air Laut**

Hasil pengolahan data diperoleh gambaran perlapisan batuan di daerah penelitian terdiri dari pasir berlempung, lempung berpasir, lempung, pasir dan batu gamping. Dari perhitungan nilai tahanan jenis dan gambaran letak akuifer, diperoleh kesimpulan bahwa sudah ada indikasi terjadinya intrusi pada daerah

penelitian, terutama pada daerah yang cukup dekat dengan laut. Titik pengukuran Way Lunik berada pada garis patahan yang membatasi daerah pantai dengan daratan. Kemungkinan pada daerah ini mengandung banyak air dan hasil uji salinitas menunjukkan bahwa terdapat kadar garam sebesar 2 mg/1000 mg (2ppt) pada sampel air yang diambil di daerah ini. Untuk titik pengukuran peti kemas juga terdapat kandungan garam pada sampel air seberat 1 mg/ 1000 mg (1 ppt).

Daerah penelitian merupakan daerah yang sulit air. Secara visual, air di daerah pesisir Kota Bandar Lampung memiliki warna yang keruh dan berbau. Kondisi patahan sangat mempengaruhi ketersediaan air di daerah ini. Patahan tersebut menyebabkan air tidak dapat masuk ke daerah studi, tetapi berbelok ke arah lain atau jika terdapat celah akan keluar sebagai mata air, sehingga pengisian air tanah terjadi sangat lambat. Berdasarkan hasil wawancara dan pengamatan di lapangan bahwa sumur-sumur penduduk memiliki air yang tidak dapat dikonsumsi, sehingga masyarakat harus membeli untuk keperluan mencuci pakaian dan air minum.

Pemeriksaan salinitas air juga menunjukkan bahwa telah terjadi intrusi air laut di daerah penelitian. Dalam 21 sampel air yang diteliti, ada 2 sampel air yang mengandung kadar garam yaitu daerah peti kemas yang berjarak 150 m dari garis pantai memiliki salinitas 2 ppt (2 mg/1000 mg), dan daerah Way Lunik memiliki salinitas 1 ppt (1 mg/1000mg). Kedua daerah ini merupakan daerah industri yang cukup padat. Kedalaman sumur bor pada daerah ini adalah 200 m, yang digunakan untuk keperluan industri. Hal di atas menunjukkan bahwa intrusi air laut telah terjadi, karena letak akuifer air tanah dan tinggi muka air pada daerah tersebut berada di bawah muka air laut yaitu -0,1 meter di bawah permukaan laut untuk daerah way lunik, dan -2,2 meter di

bawah permukaan laut untuk daerah Ketapang.

Daerah ini merupakan daerah yang cukup rawan akan terjadinya intrusi. Berdasarkan hasil pendugaan geolistrik bahwa kedalaman akuifer air tanah untuk daerah Way lunik, Ketapang, Karang Maritim, dan sepanjang jalan By Pass, berada di bawah permukaan laut. Apabila pengambilan air tanah dilakukan terus menerus tanpa memperhatikan kelestarian lingkungan maka akan menyebabkan berkurangnya cadangan dan tekanan air tanah. Mengingat padatnya daerah ini karena akan menjadi kawasan pembangunan masa depan, maka pengelolaan air tanah sebagai sumber air harus dilakukan secara menyeluruh dengan cara pelestarian lingkungan di daerah tangkapan hujan (*catchment area*), penggunaan air tanah secara optimal, dan strategi pengelolaan air tanah yang baik, sehingga intrusi tidak terjadi secara besar-besaran.

Dengan pemanfaatan secara optimal diharapkan bahwa kondisi yang cukup rawan akan intrusi air laut dapat dihindarkan dalam waktu yang lama, sehingga dapat dicari pemecahan dari permasalahan tersebut agar laju pembangunan yang mengarah ke pantai tidak akan semakin merusak kondisi lingkungan yang ada.

## KESIMPULAN

Dari pembahasan di atas yang didasarkan pada hasil pendugaan Geolistrik, pengukuran muka air, pengukuran salinitas, dan pengolahan data dengan *software* IP2Win serta *Rock Work* 2004, maka disimpulkan hal-hal sebagai berikut:

1. Daerah Kecamatan Panjang dan Kecamatan Teluk Betung Selatan memiliki karakteristik batuan yang cenderung sama karena daerah tersebut terletak di daerah pesisir Kota Bandar Lampung. Jenis pelapisan batuan yang mendominasi

- daerah penelitian adalah jenis batuan pasir berlempung, lempung berpasir, pasir, lempung dan batu gamping.
2. Keberadaan air tanah tawar dapat dijumpai pada lapisan lempung berpasir, pasir berlempung, pasir, dan batu gamping pada kedalaman 1,21 meter hingga hingga lebih dari 40 meter dari muka tanah setempat.
  3. Kedalaman akuifer air tanah di daerah studi yaitu 3,26 meter sampai 47,4 meter dari permukaan tanah dengan ketebalan minimal 0,3 meter di daerah Peti Kemas Panjang sampai nilai terbesar 43,63 di daerah Way Lunik.
  4. Patahan yang ada di daerah penelitian sangat mempengaruhi arah aliran air tanah. Bukit Balau yang diharapkan dapat mengisi cadangan air tanah, ternyata aliran air tanah terhalang oleh patahan yang ada di sepanjang jalan By-Pass. Dan kemungkinan meluasnya intrusi masih cukup lama meskipun letak kedalaman akuifer berada di bawah permukaan laut, karena ada patahan di daerah pesisir yang menghalangi menyusupnya air laut ke daratan.
  5. Jenis *akuifer* yang terbentuk pada daerah penelitian adalah merupakan akuifer bebas di daerah Baruna, Peti Kemas, dan Ketapang. *Akuifer* tertekan dan semi tertekan merupakan jenis *akuifer* yang didominasi pada daerah penelitian. Jenis peralihan batuan yang diasumsikan sebagai *akuifer* yang baik adalah lapisan batu pasir.
  6. Dari hasil pemodelan 3D menggunakan *software Rock Work* 2004, diperoleh gambaran pergerakan aliran air tanah pada *aquifer* di daerah penelitian.
  7. Tanda-tanda terjadinya intrusi air laut sudah terlihat terutama pada daerah Peti Kemas dan Way Lunik. Nilai pemeriksaan salinitas pada daerah tersebut adalah 2 ppt (part per thousand) atau 2 mg/1000 mg dan

Way Lunik 1 ppt atau 1 mg/1000 mg. Diperkirakan pada daerah ini telah terjadi penyusupan air laut karena letak akuifer dan tinggi muka air pada daerah ini berada di bawah permukaan laut.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan Terima kasih kepada Zulia Saputri dan Annisa Aprialitha, Mahasiswa Prodi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Metro yang telah meluangkan waktu dan tenaga nya untuk membantu penelitian ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Anderson, R. B., Naftz, D. L., Lewis, D., Henderson, R. D., Jewel, P., Rosenberry, D. O., et al. 2014. *Quantity and quality of groundwater discharge in a hypersaline lake environment. Journal of Hydrology, 512, 177-194.*
- Bear, J. 2007. *Hydraulics of Groundwater.* Dover.
- Cao, G., Scanlon, B. R., & Han, D. 2016. *Impacts of Thickening Unsaturated Zone on Groundwater Recharge in the North China Plain. Journal of Hydrology, 537.*
- Cell. 2020. Rancang bangun set eksperimen kalorimeter digital dengan pengindera sensor termokopel dan load. *Pillar Of Physics, 13, 34-41.*
- Glenn, E. P., Jarchow, C. J., & Waugh, W. 2016. *Evapotranspiration dynamics and effects on groundwater recharge and discharge at an arid waste disposal site. Journal of Arid Environments, 133, 1-9.*
- Hewaidy, A. G., El-Motaal, E. A., Araffa, S. A., Ramdan, T. M., khafif, A. A., & Soliman, S. A. 2015. *Groundwater exploration using resistivity and magnetic data at the northwestern part of the Gulf*



- of Suez, Egypt. Egyptian Journal of Petroleum, 24.*
- Knowing, M. J., & Werner, A. D. 2016. *Estimability of recharge through groundwater model calibration: Insights from a field-scale steady-state example. Journal of Hydrology, 540.*
- Kodoatie, R. J., & Sjarief, R. 2010. *Tata Ruang Air. Yogyakarta D.I Yogyakarta: Andi Offset.*
- Liang, X., & Zhang, Y.-K. 2012. *A new analytical method for groundwater recharge and discharge estimation. Journal of Hydrology, 17-24.*
- Manna, F., Cherry, J. A., McWhorter, D. B., & Parker, B. L. 2016. *Groundwater recharge assessment in an upland sandstone aquifer of southern California. Journal of Hydrology, 541 (10.1016 / j.jhydrol.2016.07.039).*
- Mohamaden, M., Hamouda, A., & Mansour, S. A. 2016. *Application of electrical resistivity method for groundwater exploration at the Moghra area, Western Desert, Egypt. Egyptian Journal of Aquatic Research, 42.*
- Prawati, E., & Rolia, E. 2011. *Studi Dan Pemodelan Air Tanah akibat Pengaruh Pemompaan. TAPAK Vol 11 No. 1.*
- Rolia, E. 2011. *Studi dan Pemodelan Air Tanah di Pesisir Kota Bandar Lampung Provinsi Lampung. Seminar Nasional BMPTTSSI. (p. 8). Medan: Universitas Sumatra Utara.*
- Todd, D. K., & Mays, L. W. 1980. *Groundwater Hidrology (3rd ed.). (B. Zobrist, J. Welter, & V. A. Vargas, Eds.) California: John Wiley & Sons, Inc.*