

REKONSTRUKSI GEOMETRI AKUIFER KAWASAN PESISIR BUNGUS, SUMATRA BARAT

Aquifer Geometric Reconstruction at Bungus Coastal Area, West Sumatra

Gunardi Kusumah

Loka Penelitian Sumber Daya dan Kerentanan Pesisir Balitbang KP, KKP

ABSTRAK Karakteristik hidrologi yang khas di wilayah pesisir menuntut proses evaluasi, perencanaan dan pembangunan sumberdaya air harus didasarkan pada pendekatan khusus yang dapat mendukung keterbatasan lingkungan hidrologisnya. Penelitian yang dilakukan telah menginventarisasi beberapa parameter hidrologi yang berhubungan dengan kondisi keberadaan air di wilayah pesisir Teluk Bungus, Sumatera Barat. Pengukuran di wilayah pelabuhan perikanan PPS Bungus menunjukkan bahwa sebagian besar air permukaan adalah air payau dan hanya di beberapa lokasi memiliki indikasi air tawar. Hasil pengukuran nilai resistivitas material bawah permukaan dengan metoda geolistrik menunjukkan sistem airtanah di wilayah didominasi oleh sistem airtanah bebas (*unconfined*) dan bocor (*leaky*). Sistem akifer hingga kedalaman 130 meter di bawah permukaan laut berada pada endapan-endapan bekas longoran yang disebut sebagai endapan talus (*scree deposit*). Beberapa lokasi hasil pengukuran geolistrik dapat direkomendasikan dilakukan pemboran untuk pengambilan airtanah namun dengan prinsip ketelitian dan kecermatan pada saat pelaksanaan serta prinsip pelestarian saat melakukan eksploitasi airtanah.

Kata Kunci: airtawar, geolistrik, resistivitas, endapan talus, Bungus.

ABSTRACT *The typical hydrological characteristic in coastal areas requires that all evaluation, planning and development processes for water resources should be based on specific approaches that support the limitations of hydrological environment at coastal area. This research aims to inventory some hydrological parameters related to the condition of the presence of fresh water in the coastal area of Bungus Bay, West Sumatra. Groundwater measurements around the fishing port area of PPS Bungus showed that most surface water is brackish water with indication of freshwater, locally. Results of the geoelectric survey indicated that groundwater system in the area is dominated by the unconfined and leaky aquifer system. The aquifer system down to 130 meters depth below sea level is within the paleo-landslide deposits, which are referred to as scree deposits. The survey results might recommend some drilling locations for groundwater collecting with some precision and accuracy during the execution and sustainability of ground water resources during the exploitation.*

Keywords: *freshwater, geoelectrical method, resistivity, scree deposits, Bungus*

PENDAHULUAN

Wilayah pesisir merupakan sumberdaya yang sangat penting dan merupakan salah satu sumber investasi bagi bangsa Indonesia. Namun terdapat beberapa kendala dalam pengembangan wilayah pesisir, diantaranya adalah ketersediaan air baku baik yang berasal dari air hujan, air permukaan dan airtanah untuk kehidupan sehari-hari masyarakat maupun pemerintahan dan sektor industri. Pengaruh laut terhadap tata air seringkali terlihat signifikan di wilayah pesisir, namun

Naskah masuk : 28 Januari 2015
Naskah direvisi : 25 Mei 2015
Naskah diterima : 3 Juni 2015

Gunardi Kusumah
Loka Penelitian Sumber Daya dan Kerentanan Pesisir
Balitbang KP, KKP
Kawasan Pelabuhan Perikanan Bungus Jl. Raya Padang -
Painan Km. 16 Bungus, Padang, Sumatera Barat Kode
Pos : 25245
E-mail: gkusumah@gmail.com

pengaruh tersebut berbeda di satu tempat dan tempat yang lain. Hal ini terutama ditentukan oleh faktor alami, diantaranya faktor iklim dan bentuk wilayah. Karakteristik hidrologi yang khas di wilayah pesisir serta pengaruh interaksi laut menuntut proses evaluasi, perencanaan dan pembangunan sumberdaya air harus didasarkan pada pendekatan khusus yang dapat mendukung keterbatasan lingkungan hidrologisnya (Delinom & Lubis, 2007).

Wilayah penelitian di sekitar kawasan PPS Bungus dan sekitarnya merupakan wilayah yang cukup padat dengan kegiatan/aktivitas pelabuhan, perkantoran maupun permukiman penduduk yang terus berkembang. Kondisi tersebut ke depan memiliki beberapa hambatan terutama dalam pemenuhan kebutuhan air, dimana secara hidrogeologi termasuk kedalam wilayah airtanah perbukitan (Bappeda, 2011), yang memiliki nilai keterusan (*permeability*) umumnya rendah. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik sumberdaya air khususnya airtanah dan memahami kondisi sistem akuifer wilayah sebagai data dasar bagi pengembangan wilayah.

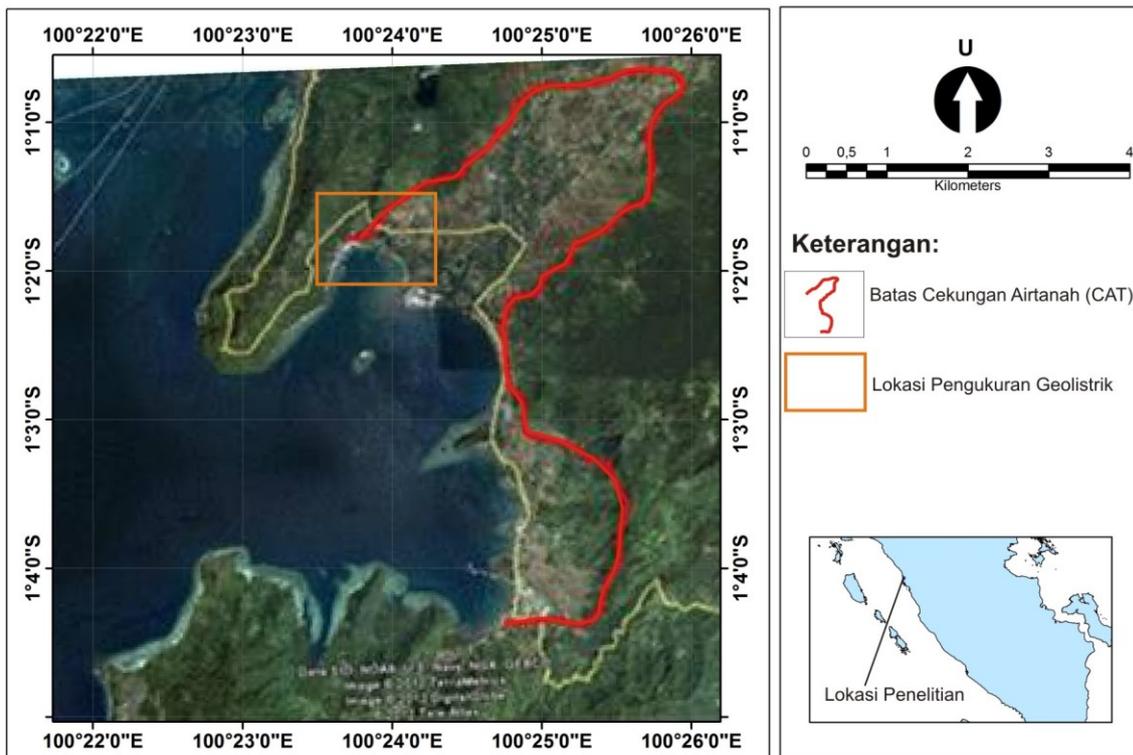
LOKASI PENELITIAN

Lokasi penelitian terletak di wilayah pesisir Teluk Bungus-tepatnya di area Pelabuhan Perikanan Samudera (PPS) Bungus dan sekitarnya, Provinsi Sumatera Barat (Gambar 1). Temperatur berkisar antara 22,5°C-31,5°C dan curah hujan 314,47 mm/bulan, berada pada koordinat 01° 02' 15'' LS dan 100° 23' 34'' BT (PPS Bungus, 2006; Kusumah dan Salim, 2008).

Geologi Wilayah Penelitian

Batuan dasar penyusun daerah Bungus dan sekitarnya didominasi oleh batuan gunungapi berumur Oligo-Miosen dengan sejumlah kecil batuan sedimen. Batuan gunungapi terdiri dari lava, breksi, tuf dan ignimbrit, batuan sedimen pada formasi ini berumur Miosen Awal.

Di atas batuan dasar tersebut, diendapkan lapisan aluvium berumur Kuartar yang umumnya terdiri dari lanau, pasir dan kerikil. Menurut Rosidi *et al.* (1996) dalam Peta Geologi Lembar Painan dan bagian timur Lembar Muarasiberut, disebutkan bahwa material ini umumnya terdapat



Gambar 1. Sistem airtanah CAT Bungus yang merupakan Bagian CAT Painan-Lubuk Pinang.

di dataran pantai. Berdasarkan kondisi hidrogeologinya, wilayah ini termasuk ke dalam sistem cekungan airtanah (CAT) Painan-Lubuk Pinang (Bappeda, 2011), wilayah ini diklasifikasikan sebagai kipas aluvial Cekungan Airtanah Bungus dan lokasi penelitian merupakan bagian dari sub cekungan utara Bungus.

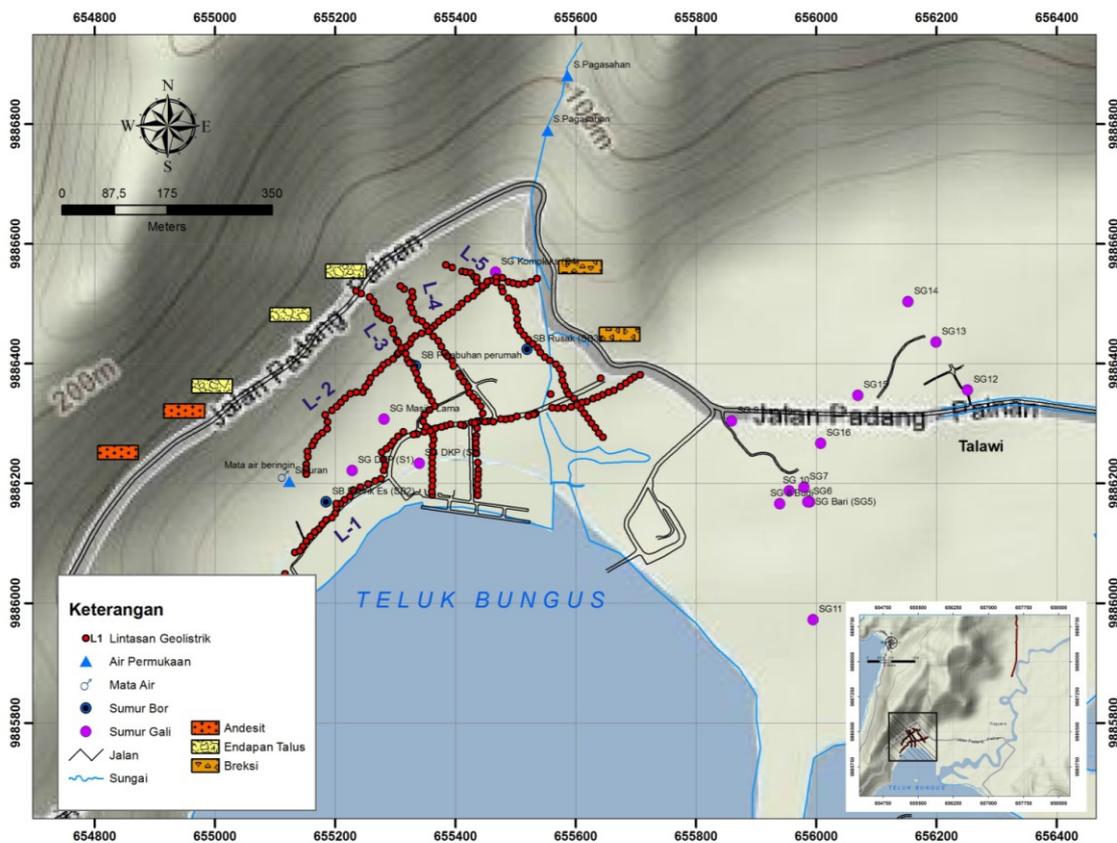
METODE

Metode penelitian yang dilakukan adalah pengamatan kualitas air dan pengukuran geofisika. Hasil kualitas air diperlukan untuk mengetahui ketersediaannya sebagai potensi air tawar. Pengukuran geofisika metode geolistrik dilakukan untuk mengetahui potensi airtanah di wilayah tersebut. Interpretasi terhadap kondisi hidrogeologi wilayah penelitian, diantaranya didasarkan pada hasil geolistrik. Selain itu juga dilakukan pengukuran data sifat kimia fisik air

yang disajikan dalam bentuk peta kesamaan muka airtanah bebas (isofreatik), kesamaan salinitas dan kesamaan daya hantar listrik.

Kualitas Air

Pengukuran serta pengambilan contoh air dilakukan untuk mengetahui kualitas fisik air permukaan. Nilai kualitas air tersebut kemudian akan dibandingkan dengan nilai batas ambang yang diperbolehkan dalam persyaratan air minum yang dikeluarkan oleh Departemen Kesehatan RI No. 416/MENKES/PER/IX/1990. Parameter yang diukur di lapangan meliputi parameter fisika (pH, DO, turbiditas, temperatur, konduktivitas, salinitas, *Total Dissolved Solids*) menggunakan alat *water level meter*, *Multi-Parameter Water Quality Meter* model WQC-24, tipe sensor module WMS-24 serta *TOA water checker* yang digunakan untuk mengukur kualitas air (Kurniawan, 2009).



Gambar 2. Distribusi titik pengukuran geolistrik 2D.

Pengukuran Nilai Resistivitas Batuan/ Tanah

Pengukuran nilai resistivitas batuan/ tanah (metoda geolistrik) merupakan salah satu metode geofisika yang sering digunakan untuk tujuan eksplorasi airtanah khususnya untuk menentukan lapisan pembawa air (akuifer). Salah satu tujuan dari metode geolistrik untuk sumberdaya air adalah memperkirakan susunan lapisan akuifer berdasarkan distribusi tahanan jenisnya yang relatif sensitif terhadap material maupun kandungannya.

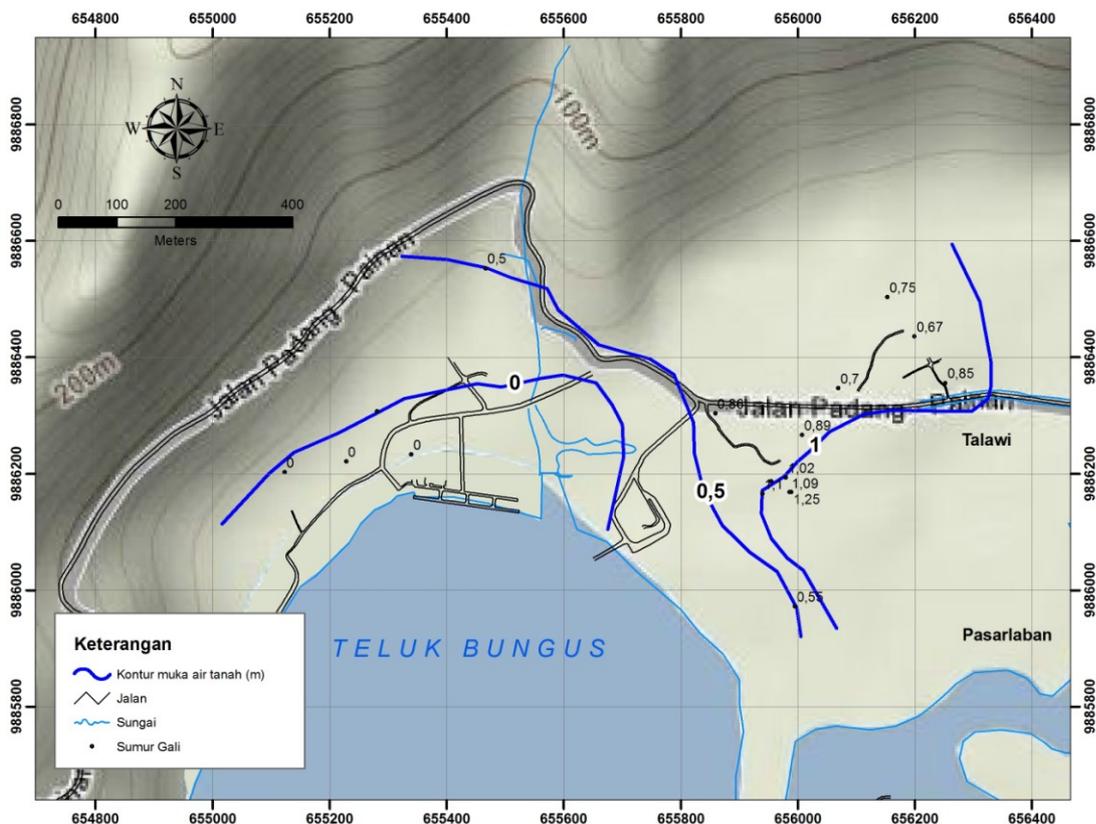
Dalam kegiatan ini telah dilaksanakan pengukuran geolistrik dengan metode geolistrik 2D menggunakan unit peralatan *Resistivity Meter*. Secara sederhana, metode Geolistrik ini dilakukan dengan cara mengalirkan arus listrik searah (DC) ke dalam bumi melalui sepasang elektrode arus (AB), yang kemudian diterima oleh sepasang elektroda potensial (MN). Elektrode potensial ini akan menerima harga perbedaan potensial yang ditimbulkan oleh sifat-sifat batuan yang dilalui arus listrik (Dobrin, 1984). Total lintasan geolistrik yang diukur pada penelitian dengan metode Geolistrik 2D ini

berjumlah 5 lintasan (Gambar 2). Hasil pengolahan data geolistrik merupakan pemodelan 2D menggunakan software inversi *EarthImager* (Loke & Barker, 1996).

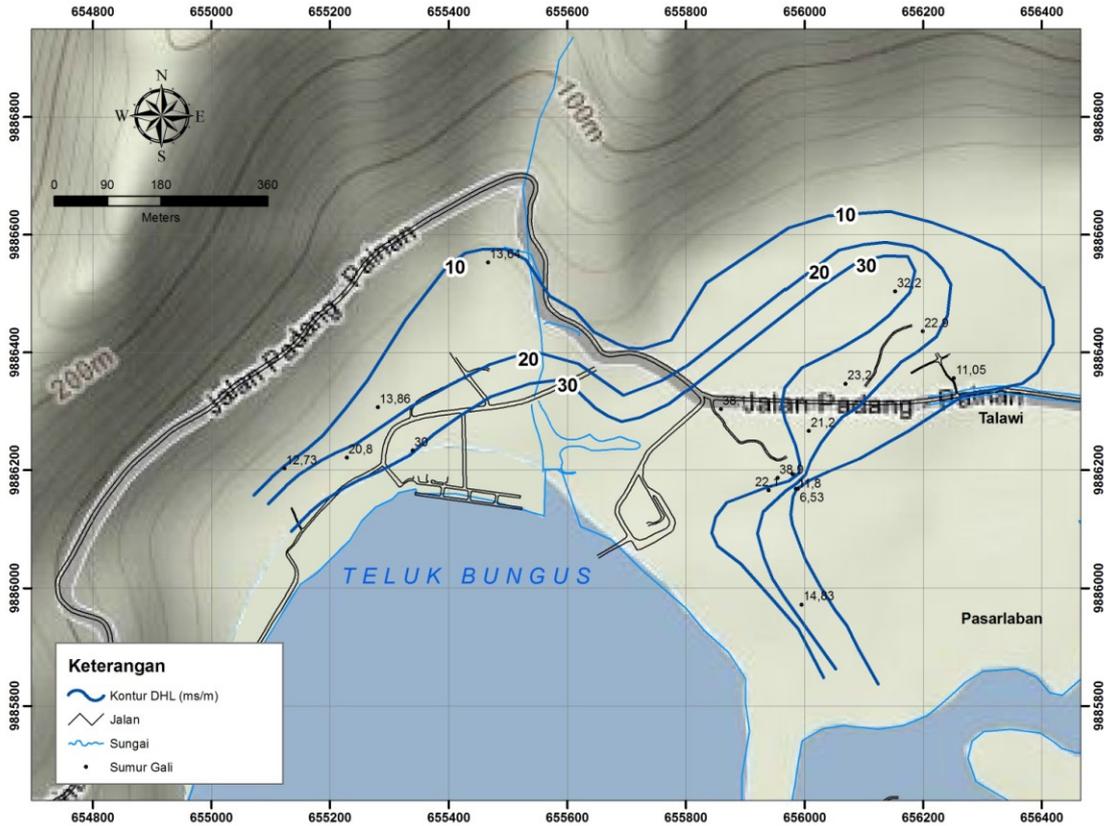
HASIL DAN PEMBAHASAN

Dengan morfologi pantainya yang berbukit, sumberdaya air permukaan di wilayah penelitian di sekitar PPS Bungus dan sekitarnya, ditemukan terutama dalam bentuk sungai, mata air dan rawa, juga terdapat beberapa sumur gali. Pengamatan dan pengukuran langsung contoh air terutama dilakukan pada sungai, mata air dan sumur-sumur gali.

Pengamatan dan pengukuran kualitas dan debit air sungai dilakukan terhadap Sungai Pagasahan, yaitu salah satu sungai yang mengalir melewati wilayah kerja PPS Bungus dan bersifat periodik (*intermittent*) menjadi salah satu potensi sumber daya air untuk kawasan pelabuhan perikanan terutama saat musim penghujan. Pengamatan lain dilakukan terhadap lokasi-lokasi mata air dan sumur gali yang berada di wilayah PPS Bungus.



Gambar 3. Peta kesamaan muka airtanah.



Gambar 4. Peta sebaran nilai DHL.

Pengukuran yang dilakukan saat musim peralihan (sekitar bulan September) di hulu sungai utama memperlihatkan nilai debit air rata-rata hanya 25 liter/detik dan di hilir sungai memiliki debit sekitar 0,5-0,7 m³/detik, perbedaan nilai ini disebabkan karena banyak terdapat mata air, yang timbul diantara kontak antara batuan beku dan material hasil pelapukannya, yang terdapat di sepanjang sungai ini. Pengukuran yang juga dilakukan pada saat musim penghujan di wilayah hilir sungai menunjukkan debit yang cukup besar, sekitar 2,5 m³/detik.

Kualitas Fisik Air Wilayah Pelabuhan

Pengukuran dilakukan di wilayah pelabuhan dan sekitarnya. Sifat fisik airtanah yang diukur dilapangan meliputi daya hantar Listrik (DHL), sifat keasaman air (pH), kandungan oksigen terlarut (DO), temperatur air dan muka airtanah. Titik lokasi pengukuran meliputi sumur, mataair

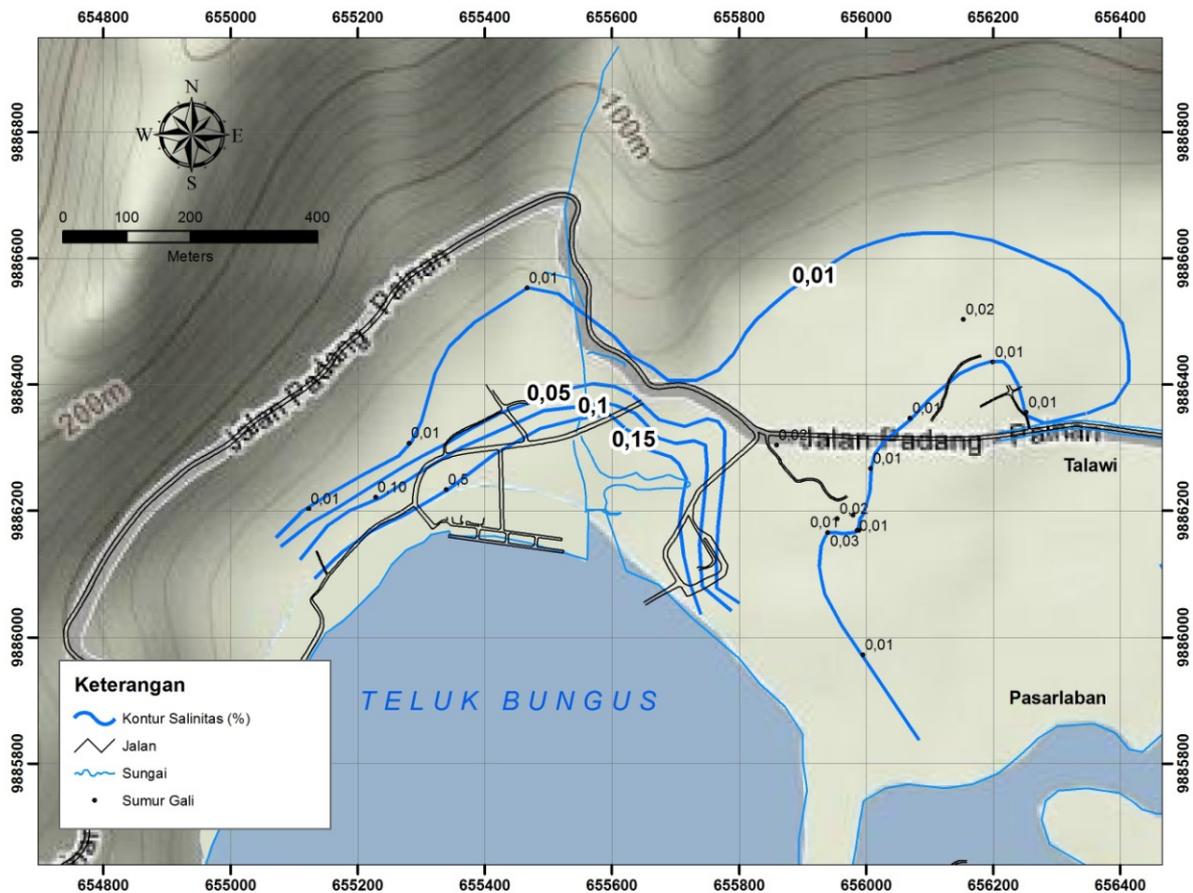
dan beberapa lokasi pengamatan air permukaan. Beberapa hasil pengukuran kualitas air di wilayah Teluk Bungus ini tercatat beberapa lokasi air permukaan dan airtanah yang memenuhi kriteria air tawar (Tabel 1). Berdasarkan hasil uji airtanah yang berasal dari sumur gali di wilayah Teluk Bungus terlihat bahwa nilai fisis dari sampel-sampel lokasi pengukuran kualitas air di beberapa wilayah, terutama yang berdekatan dengan daerah kipas aluvial memperlihatkan hasil yang berada di bawah ambang batas maksimum yang diperbolehkan dalam persyaratan air minum Departemen Kesehatan RI No.416/MENKES/PER/IX/1990, sehingga secara teknis air tersebut layak untuk bahan baku air minum. Sedangkan pengukuran di wilayah pelabuhan menunjukkan bahwa sebagian besar air permukaan adalah air payau dan hanya di beberapa lokasi yang memiliki indikasi air tawar (Gambar 5).

Tabel 1. Kualitas fisik air tawar di beberapa lokasi sungai dan mataair di sekitar pelabuhan

Lokasi	Data Kimia Fisik Air						
	pH	DHL (mS/m)	Res (Ohm m)	Salinitas (%)	DO (mV)	Temp Air	Temp Udara
MA-1 Beringin	6,04	7,71	129,7	0,00	61	24,6	26,0
MA-2 Pagasahan	6,55	7,07	141,1	0,00	31	25,2	25,6
S-1 Beringin	6,37	12,73	78,5	0,01	42	25	26
S-1 Pagasahan	6,95	4,17	0,238	0,00	6	25	25,6
S-2 Pagasahan	6,87	4,0	0,25	0,00	11	24,9	25,6

Hasil keseluruhan data sifat fisik air permukaan di wilayah PPS Bungus dikompilasi sebagai peta Isophreatik/peta kesamaan muka airtanah (Gambar 3) dan peta sebaran nilai salinitas (Gambar 5). Hasil pengamatan muka airtanah dan

peta isofreatik (Gambar 3) menunjukkan sebagian besar wilayah pelabuhan memiliki airtanah dengan ketinggian yang sama dengan permukaan laut (0-m dpl).



Klasifikasi besaran salinitas:

0-0,05% - air tawar, 0,05-3% - air payau, 3-5% - air laut dan > 5% - air garam.

Gambar 5. Peta sebaran nilai salinitas.

Hal ini mengindikasikan adanya kemungkinan interaksi antara airtanah dan airlaut yang bersifat dinamis yang menyebabkan sistem airtanah tawar di wilayah ini menjadi rentan.

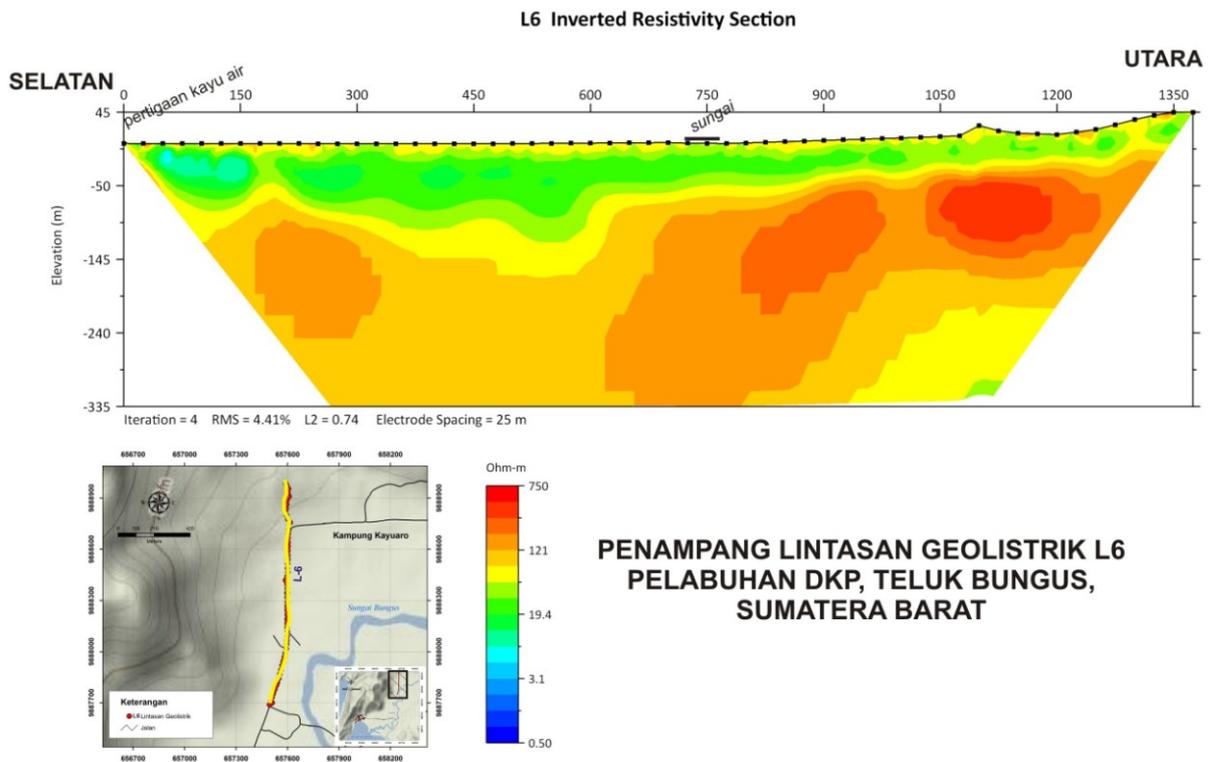
Peta sebaran nilai daya hantar listrik pun menunjukkan pola yang sama dengan sebaran nilai salinitas (Gambar 4). Berdasarkan peta ini maka dilakukan pengukuran detail di wilayah yang menunjukkan adanya potensi airtanah tawar.

Pengukuran Resistivitas Material Bawah Permukaan (Geolistrik)

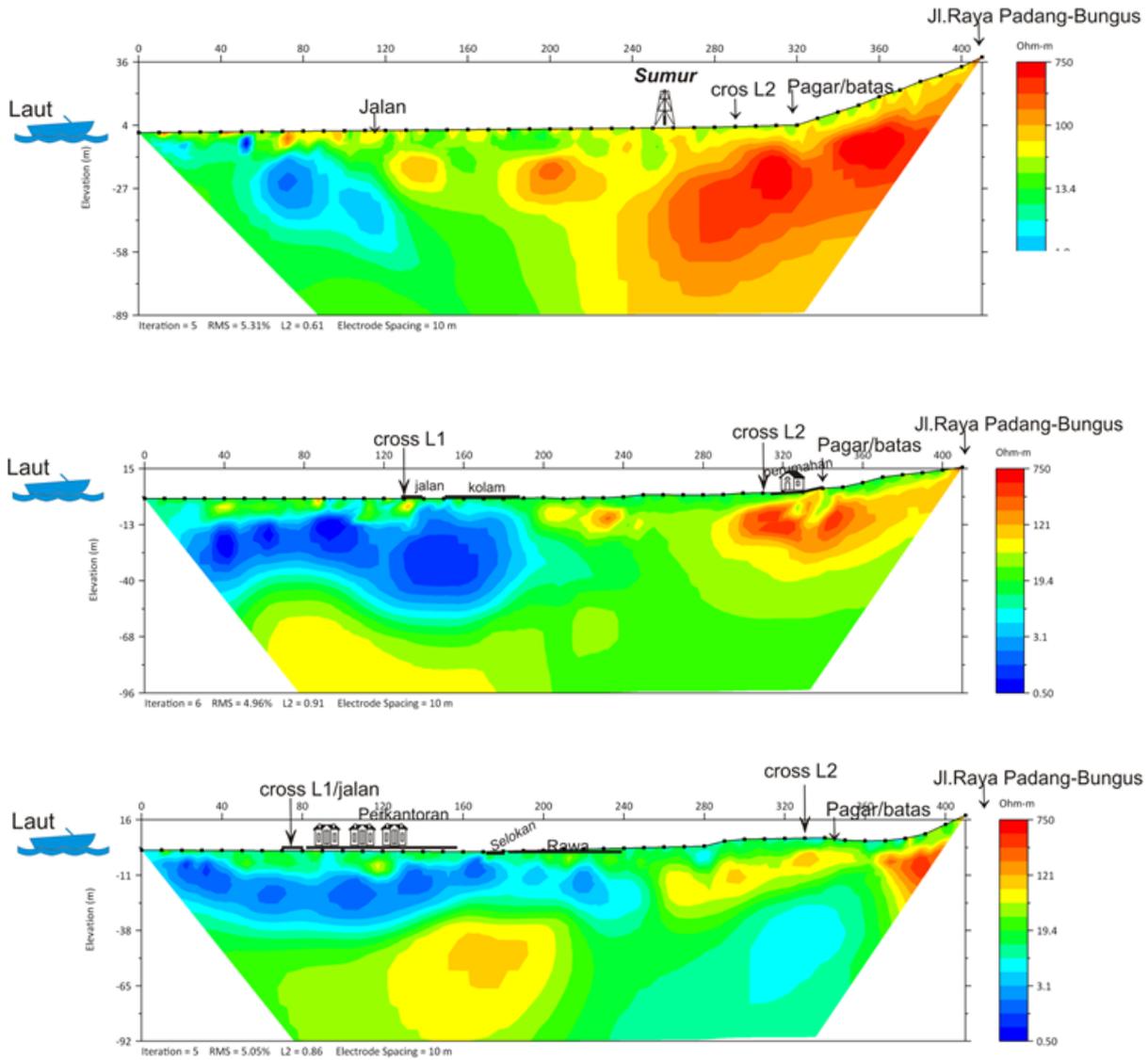
Berdasarkan hasil pengolahan data geolistrik, maka diperoleh penampang resistivitas semu dari setiap lintasan pengukuran. Berdasarkan hasil pengukuran, harga tahanan jenis akan berkaitan erat dengan jenis batuan dan fluida yang mengisinya. Beberapa jenis batuan dan kisaran nilai tahanan jenisnya mengacu pada *Telford* (1990), Di wilayah sekitar PPS Bungus, harga tahanan jenis tinggi berasosiasi dengan batuan

breksi, semakin tinggi harga tahanan jenis semakin keras batuan tersebut. Sedangkan tahanan jenis rendah diinterpretasikan sebagai batuan sedimen/lunak.

Pengukuran geolistrik yang dilakukan menggunakan metoda 2-D, pada 5 (lima) lintasan di wilayah PPS Bungus (Gambar 2). Untuk memperkirakan potensi wilayah PPS Bungus serta hubungannya dengan cekungan airtanah Bungus, maka telah dilakukan juga pengukuran geolistrik di wilayah sekitar kipas aluvial CAT Bungus (Gambar 6). Pengukuran dilaksanakan pada bagian tengah kipas aluvial CAT Bungus (wilayah nagari Kayu Aro), menunjukkan potensi airtanah yang baik (Gambar 6). Potensi ini direfleksikan pada nilai tahanan jenis 20-100 ohm meter dengan kisaran kedalaman 2-100 meter. Hal ini diperkuat dengan laporan sumur pemboran di wilayah muara cekungan yang menghasilkan airtanah artesis positif dengan kedalaman pemboran 80 meter.



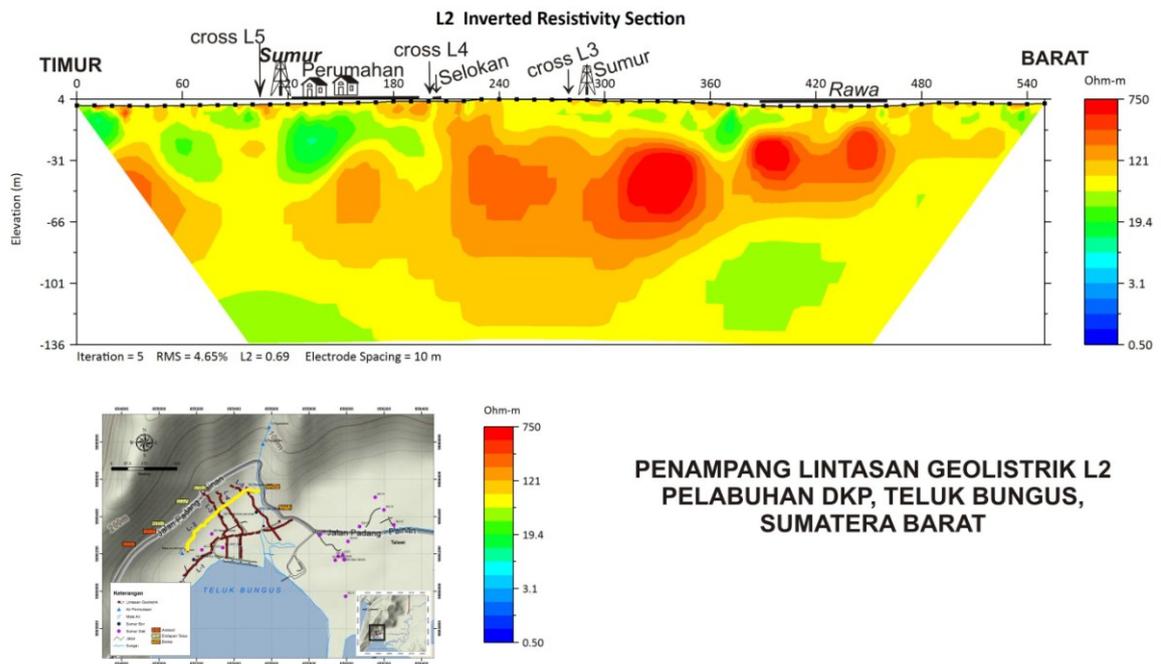
Gambar 6. Data sebaran tahanan jenis di lintasan tengah CAT Bungus.



Gambar 7. Penampang sebaran tahanan jenis yang menunjukkan hubungan hidrodinamika airtanah-air laut di daerah penelitian.

Hasil pengukuran ini sangatlah berbeda jika dibandingkan dengan pengukuran geolistrik di lintasan 3, 4 dan 5 (Gambar 7). Hasil pengukuran di wilayah ini menunjukkan adanya interaksi antara air tawar dengan air yang memiliki salinitas tinggi. Air dengan salinitas yang tinggi ini dicirikan oleh nilai tahanan jenis 0,5-3,1 ohm meter (warna biru) dengan kisaran kedalaman 0-40 meter. Potensi air tawar dapat dilihat pada hasil pengukuran di lintasan 2. Potensi ini dicirikan dengan nilai 20-1000 ohm meter sampai dengan kedalaman >136 meter (Gambar 8).

Berdasarkan gambaran hasil pengukuran, tidak terlihat adanya indikasi lapisan akuifug (nilai tahanan jenis tinggi) yang menerus diantara lapisan dengan nilai tahanan jenis berpotensi airtanah tawar. Diduga sistem airtanah yang berada di wilayah ini adalah sistem airtanah bebas (*unconfined*) dan airtanah bocor (*leaky*). Hasil ini juga mengindikasikan bahwa sistem airtanah di wilayah pengukuran lebih dikendalikan oleh tinggian di wilayah utara pelabuhan.



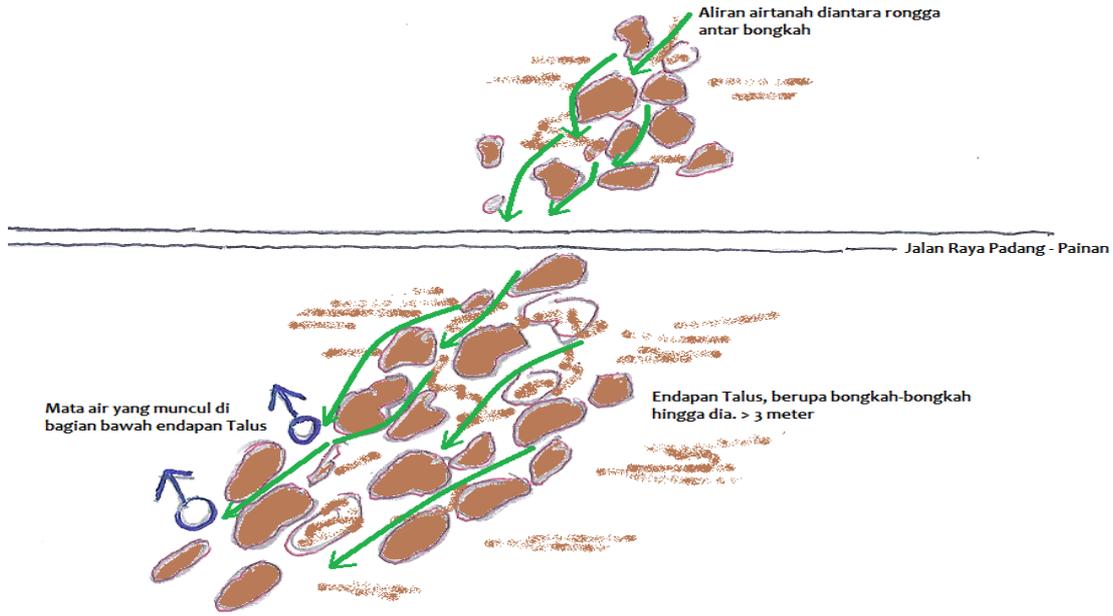
Gambar 8. Hasil pengukuran di lintasan 2, wilayah utara pelabuhan yang mengindikasikan adanya potensi airtanah tawar.

Hasil pengukuran detail di wilayah pelabuhan memperlihatkan indikasi potensi airtanah tawar hanyalah berada di wilayah Utara pelabuhan. Interpretasi data pada lintasan 2, 3, 4 dan 5 menunjukkan bahwa sistem airtanah utama berasal dari endapan-endapan bekas longsor (Gambar 9) yang disebut sebagai endapan talus (*scree deposit*). Hasil pengamatan lapangan menunjukkan sketsa model geometri endapan

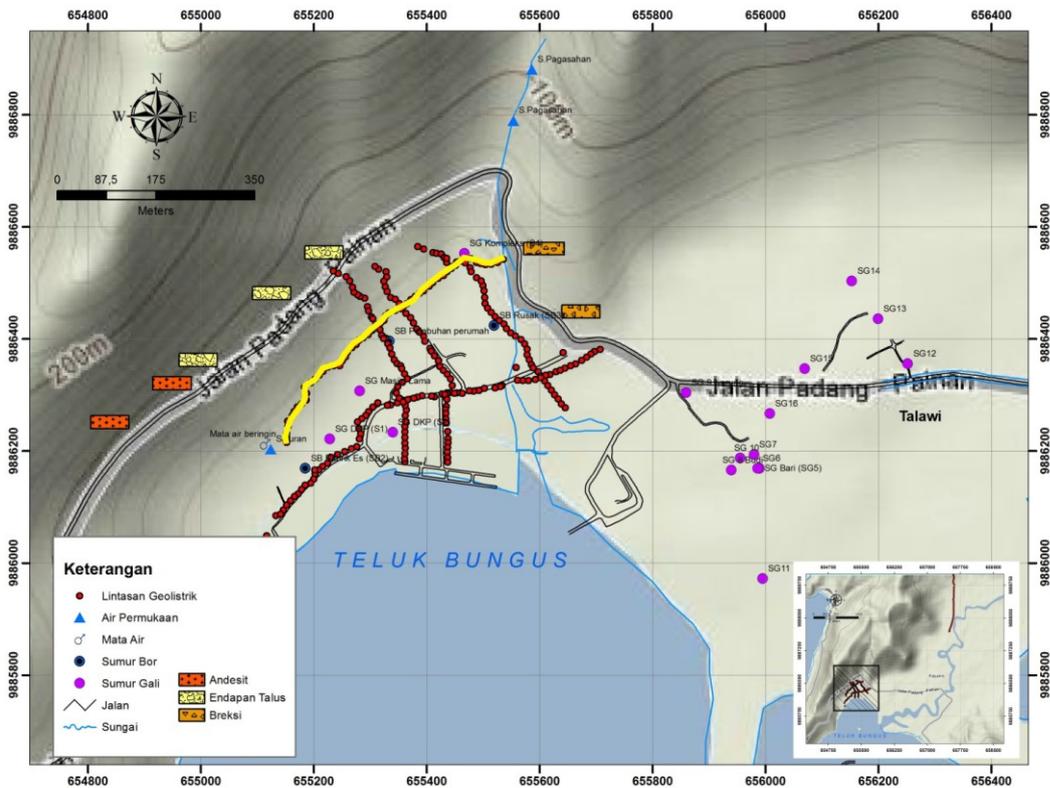
talus tersebut berupa bongkah-bongkah breksi dan batuan beku, (Gambar 10). Berdasarkan model ini kualitas airtanah akan sangat tergantung pada pola musim hujan setempat dan sangat ditentukan oleh besaran interaksi airtanah dan air laut. Sebaran endapan ini dapat terlihat di sepanjang jalan raya Padang-Painan/bagian utara wilayah PPS (Gambar 11).



Gambar 9. Singkapan endapan talus sebagai sistem airtanah utama di wilayah pelabuhan.



Gambar 10. Sketsa model geometri endapan Talus (tanpa skala).



Gambar 11. Lokasi pengukuran dengan informasi lintasan 2 dan endapan talus yang dicirikan oleh warna kuning di peta.

KESIMPULAN

Ketersediaan air tawar di wilayah pelabuhan PPS Bungus sangatlah terbatas, khususnya sumberdaya air permukaan, dimana potensi sumberdaya air ini memiliki kualitas yang tidak baik. Hal ini dicirikan dengan tingginya salinitas yang memiliki hubungan dengan sifat interaksi air laut dan air tawar di wilayah ini. Potensi lain yang dapat digunakan adalah potensi ketersediaan airtanah.

Hasil pengukuran nilai tahanan jenis material bawah permukaan dengan metoda geolistrik menunjukkan sistem airtanah di wilayah ini merupakan ciri dari sistem endapan aluvial pantai dan koluvial sungai. Sistem ini didominasi oleh sistem airtanah bebas (unconfined) dan semi tertekan bocor (*leaky*). Sistem akifer ini hingga kedalaman 130 meter dibawah permukaan laut berada pada endapan-endapan longsor purba yang disebut sebagai endapan talus (*scree deposit*). Hal ini mengakibatkan kualitas airtanah bersifat musiman dan sangat ditentukan oleh besaran interaksi airtanah dan air laut. Hasil pengukuran geolistrik di wilayah pelabuhan menunjukkan hingga kedalaman tersebut belum terlihat indikasi sebaran endapan kipas aluvial sistem cekungan airtanah Bungus, yang pada pengukuran geolistrik di wilayah Kayu Aro (utara dari pelabuhan) menunjukkan potensi airtanah yang baik.

Berdasarkan analisa data dari kegiatan-kegiatan yang telah dilakukan, maka selain dari pemanfaatan air sungai yang dapat dimanfaatkan pada waktu-waktu tertentu, hal lain yang dapat dimanfaatkan, terutama di dalam wilayah PPS Bungus, adalah sumber daya air bawah permukaan yang dapat dieksploitasi dengan melakukan pemboran airtanah. Upaya pemenuhan kebutuhan air tawar dengan menggunakan airtanah ini dapat dilakukan dengan prinsip ketelitian dan kecermatan pada saat pelaksanaan serta prinsip konservasi saat melakukan eksploitasi airtanah.

UCAPAN TERIMAKASIH

Hasil dari kegiatan penelitian pada Loka Penelitian Sumber Daya dan Kerentanan Pesisir (LPSDKP) TA. 2012. Terima kasih disampaikan kepada Kelti Daya Dukung Sumber Daya Pesisir, rekan-rekan di Loka serta Prof.Ris. Dr. Robert

Delinom, Dr. Sci. Rachmat Fajar Lubis dan tim Puslit Geoteknologi-LIPI atas kerjasama dan masukannya. Terima kasih kepada redaksi dan mitra bebestari yang telah memberi masukan untuk perbaikan tulisan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Perencanaan Pembangunan Daerah (Bappeda) Pemkot Padang, 2011. Kegiatan Identifikasi dan Pemetaan Lokasi Pemanfaatan Air Bawah Tanah Kawasan Pesisir Kota Padang, TA. 2011, Laporan Akhir (tidak dipublikasikan).
- Delinom, R dan Lubis, R.F., 2007. Sumber Daya Air Di Wilayah Pesisir Dan Pulau-Pulau Kecil Di Indonesia/editor, Robert M. Delinom, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Pusat Penelitian Geoteknologi, Jakarta.
- Dobrin, M.B., 1984. *Introducing to Geophysical Prospecting*, Mc Graw Hill.
- Kusumah, G. dan Salim, H., 2008. Kondisi Morfometri dan Morfologi Teluk Bungus. Padang. *Jurnal Segara*, 4 (2), 101-110.
- Loke M.H & Barker R.D, 1996, Rapid least square inversion of apparent resistivity pseudosections using a quasi-Newton method. *Geophysical Prospecting* 44, 131-152.
- Rosidi, H.M.D., Tjokrosapoetro, S., Pendowo, B., Gafoer, S dan Suharsono., 1996. Peta Geologi Lembar Painan dan bagian Timur Muarasiberut skala 1:250.000. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Bandung.
- Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor RI No. 416/MENKES/PER/IX/1990, Departemen Kesehatan.
- PPS Bungus, 2006. Laporan Tahunan Dinas Kelautan dan Perikanan Sumatera Barat Tahun 2006.
- Kurniawan, R., 2009. Pemanfaatan dan Pengelolaan Air Bersih Di Pelabuhan Perikanan Samudera Bungus Sumatera Barat, Departemen Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor, Skripsi.
- Telford, W.M. dan Geldart, L.P., 1976. *Applied Geophysics*, Cambridge University.