

Penentuan Zona Intrusi Air Laut di Area Pelabuhan Perikan Samudera Bungus Menggunakan Metoda Geolistrik Tahanan Jenis Konfigurasi Wenner Dua Dimensi

Yoci Darwita Putri, Dwi Pujiastuti*, Afdal

Laboratorium Fisika Bumi, Jurusan Fisika FMIPA Universitas Andalas
Kampus Unand, Limau Manis, Padang, 25163

Info Artikel

Histori Artikel:
Diajukan: 21 September 2020
Direvisi: 1 Oktober 2020
Diterima: 8 Oktober 2020

Kata kunci:
Bungus
intrusi air laut
tahanan jenis
geolistrik

Keywords:
Bungus
sea water intrusion
resistivity
geolectricity

Penulis Korespondensi:
Dwi Pujiastuti
Email: dwipujiastuti@sci.unand.ac.id

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian untuk mendeteksi intrusi air laut di area Pelabuhan Perikanan Samudera (PPS) Bungus Padang. Data yang diambil merupakan data sekunder dari Loka Riset Sumber Daya Kerentanan Pesisir Bungus Badan Riset dan Sumber Daya Manusia Kelautan dan Perikanan, Kementerian Kelautan dan Perikanan. Data diperoleh dengan metode geolistrik tahanan jenis konfigurasi Wenner 2 dimensi. Pengukuran dilakukan pada 2 lintasan yang sejajar pantai yaitu Lintasan 1 dan 2, dan 1 lintasan tegak lurus dengan pantai yaitu Lintasan 3. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ketiga lintasan sudah mengalami intrusi air laut. Intrusi terjadi sejauh 85 m dari bibir pantai. Lintasan 3 telah mengalami pertambahan luas intrusi dibandingkan pada penelitian Kusumah pada tahun 2015 namun kedalaman dan jarak intrusi dari pantai yang hampir sama.

A Research to detect seawater intrusion zone in the area of Bungus Ocean Fisheries Port (PPS), Padang has been carried out. The resistivity data taken from the Bungus Coastal Vulnerability and Resource Research Station, Marine and Fisheries Research and Human Resources Agency, Ministry of Marine Affairs and Fisheries. Survey conducted using resistivity geoelectric method with 2 dimensional Wenner configuration. Measurement conducted at two lines paralel to coastal line (Line 1 and 2) and one line prependicular to coastal line (Line 3). The results show that all lines have experienced sea water intrusion. Intrusion occurs as far as 85 m from the shoreline. Line 3 has experienced an increase in area of intrusion compared to Kusumah's study in the year of 2015 but depth and the distance from intrusion from the coast is almost the same.

Copyright © 2020 Author(s). All rights reserved

I. PENDAHULUAN

Penyusupan air laut di daerah pantai dapat terjadi secara alami seperti adanya proses resapan dan pasang surut air laut ataupun terjadi karena aktivitas manusia yang mengeksploitasi air tanah di daerah pantai secara besar-besaran dan melebihi potensi yang ada yang menyebabkan air tanah semakin berkurang. Menurut Pryambodo dan Supriyadi (2015) pengurangan jumlah air tanah sebagai pengisi dari akuifer mengakibatkan terjadinya penurunan muka air tanah, sehingga terjadi ketidakseimbangan dalam sistem aliran air tanah yang menyebabkan intrusi atau rembesan air laut ke daratan karena tekanan air tanah menjadi lebih kecil dibandingkan tekanan air laut.

Banyak metode digunakan para ahli dalam memperkirakan batas-batas penyusupan air laut ke dalam akuifer tawar, yaitu metode geofisika seperti metode geolistrik tahanan jenis, dan metode geokimia seperti menggunakan data salinitas. Metode geolistrik tahanan jenis (*resistivity*) cukup berhasil dalam penyelidikan intrusi air laut, karena dapat memberikan gambaran tentang posisi dan keadaan lapisan bawah permukaan berdasarkan distribusi tahanan jenis yang relatif sensitif terhadap perubahan komposisi material maupun kandungan lain yang ada di dalam lapisan tersebut.

Astutik dkk. (2016) melakukan penelitian intrusi air laut menggunakan metode geolistrik konfigurasi Wenner 2 dimensi di Desa Kampung Baru, Kabupaten Tanah Bumbu dengan hasil telah terjadi intrusi air laut dengan nilai resistivitas 0,40 – 6,40 Ω m dan berada pada bentangan 28-192,5 m dengan arah sebaran menuju kepermukiman penduduk. Penelitian tentang pendugaan sebaran air payau dengan tomografi geolistrik konfigurasi Wenner 2 dimensi di Pulau Karimun Jawa Tengah yang diakibatkan oleh intrusi air laut dilakukan oleh Pryambodo dan Prihantono (2017) dengan hasil keberadaan air payau di daerah penelitian ini nilai tahanan jenis berkisar antara 3,41 Ω m - 31,9 Ω m terdapat pada kedalaman 2,5 meter sampai 30 meter di bawah permukaan tanah.

Daerah Bungus termasuk daerah yang didominasi daerah pesisir pantai, sehingga memungkinkan terjadinya intrusi atau rembesan air laut ke dalam akuifer. Kusumah (2015) telah melakukan penelitian Rekonstruksi Geometri Akuifer Kawasan Pesisir Bungus, dengan 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 Ω m dengan kisaran kedalaman 0 - 40 meter. Mahmuddin dkk (2017) melakukan penelitian tentang perubahan hutan mangrove di Bungus dengan hasil penelitian dari tahun 1989 – 2012 di Bungus Teluk Kabung mengalami penurunan luas hutan sebesar 45,76 Ha. Menurut Badan Pusat Statistik Kota Padang (2019) telah terjadi penambahan jumlah penduduk, yaitu 2.191 penduduk di tahun 2018, pembangunan yang pesat, meningkatnya eksploitasi air tanah, makin berkurangnya luas hutan *mangrove*, dan naiknya permukaan air laut. Perlu dilakukan penelitian kembali di sekitar pantai Bungus Teluk Kabung untuk mendapatkan informasi terbaru tentang penyebaran intrusi air laut di daerah tersebut.

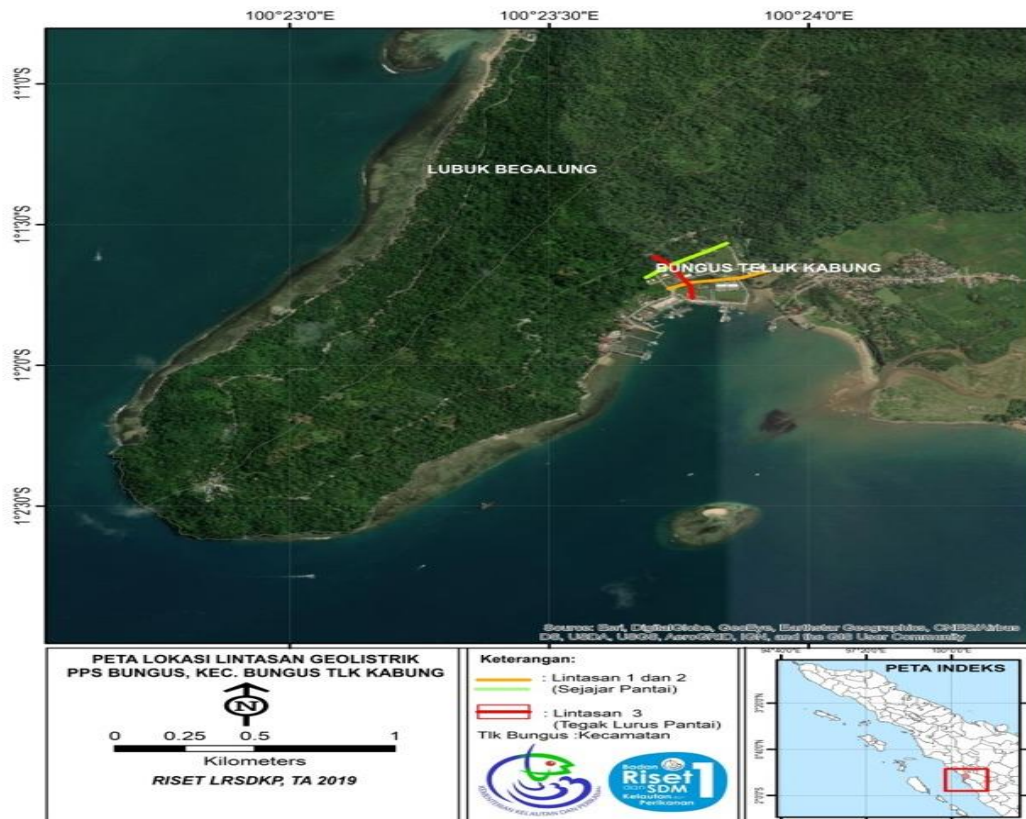
II. METODE

2.1 Data

2.1.1 Pengambilan Data

Pada penelitian ini data yang dipakai merupakan data sekunder yang didapatkan dari Loka Riset Daya dan Kerentanan Pesisir Padang. Pengambilan data menggunakan metode geolistrik tahanan jenis dengan konfigurasi Wenner 2D. Daerah penelitian yaitu di daerah Bungus tepatnya di Kecamatan Bungus Teluk Kabung area pelabuhan perikanan samudera (PPS) Bungus yang dapat dilihat pada Gambar 1. Survei dilakukan menggunakan satu set alat survei resistivitymeter (AGI) Stung/SuperSting R8.

Pengambilan data dilakukan pada tanggal 25 Juni 2019 pada 2 lintasan yang sejajar pantai dan 1 lintasan tegak lurus pantai, seperti pada Gambar 1 dengan panjang Lintasan 1 dan 2 masing-masing 378 m, jumlah titik soundingnya 54, jarak elektroda 7 m dan lintasan 3 dengan panjang lintasan 270 m, jumlah titik soundingnya 54, jarak elektroda 5 m. Lintasan 1 terletak pada koordinat 1°01'38''LS dan 100°23'55''BT sampai 1°01'44''LS dan 100°23'43''BT. Lintasan 2 terletak pada koordinat 1°01'33''LS dan 100°23'50''BT sampai koordinat 1°01'39''LS dan 100°23'41''BT. Lintasan 3 terletak pada koordinat 1°01'37''LS dan 100°23'42''BT sampai koordinat 1°01'45''LS dan 100°23'48''BT.



Gambar 1 Peta Lokasi Lintasan Geolistrik Bungus Teluk Kabung, Padang
(Sumber : Riset LRSDKP, 2019)

2.1.2 Pengolahan Data

Pengolahan data resistivitas dilakukan dengan cara menginversi nilai resistivitasnya menggunakan software AGI EarthImager 2D versi demo sehingga dihasilkan penampang 2D yang memberikan informasi nilai resistivitas daerah penelitian. Pengolahan data menggunakan Software Agi Earth Imager 2D versi Demo. Langkah pertama adalah menginput data waktu, tanggal, koordinat lintasan serta nilai resistivitas dari lokasi penelitian. Selanjutnya dilakukan proses inversi. Proses inversi dilakukan dengan metode *Damped Least Squares Inversion*. Metode ini bertujuan untuk meminimalkan ketidakcocokan data dengan beberapa kali iterasi sampai mendapatkan nilai error yang terkecil. Ini dilakukan agar diperoleh penampang bawah permukaan yang paling mendekati aslinya. Untuk melihat persen relatif data pada penampang dilihat pada menu *Misfit Pseudosection*. Untuk melihat kurva iterasi dilihat pada menu *View Convergence Curve*. Untuk melihat kesalahan data relatif atau ketidakcocokan data dilihat pada menu *View Misfit Crossplot*, titik data akan berada tepat di garis hijau apabila resistivitas semu yang terukur sesuai dengan resistivitas semu prediksi. Jika RMS Error yang didapatkan masih besar, data dapat diedit melalui menu *Data Misfit Histogram* yang merupakan pengeditan secara otomatis untuk menghapus noise diatas 50%. Setelah diedit lakukan seperti tahap awal, klik start iteration untuk melihat penampang setelah diedit.

III. HASIL DAN DISKUSI

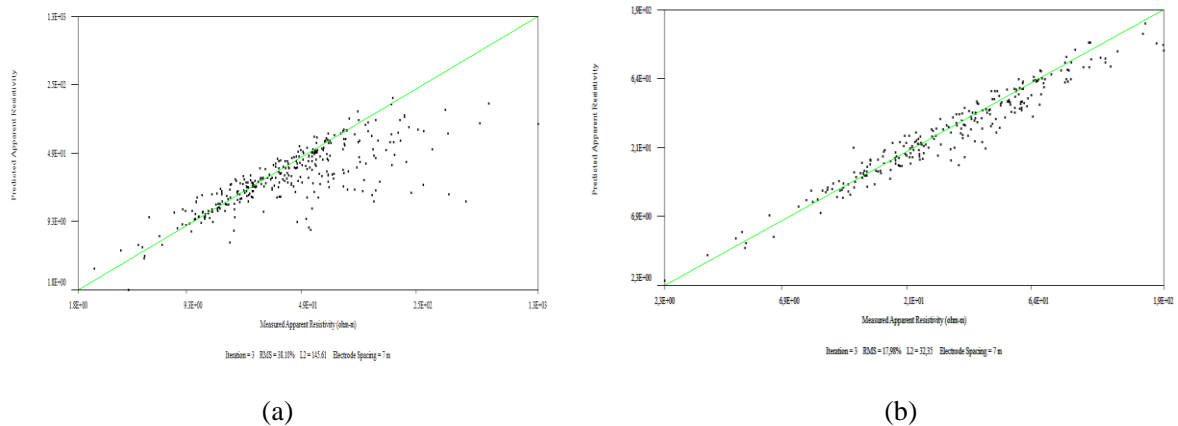
3.1 Lintasan 1

3.1.1 Konvergensi Inversi

Kurva konvergensi inversi sebelum dilakukan pengeditan dengan *RMS Error* masih tinggi yaitu berakhir di *RMS Error* 38,10 %. Setelah pengeditan diperoleh *RMS error* 17,98 %. Iterasi dihentikan bila *RMS error* sudah lebih kecil daripada nilai tertentu. Tapi pada penelitian ini hanya dilakukan 3 kali iterasi.

3.1.2 Crossplot Resistivitas Semu dengan Resistivitas Terukur

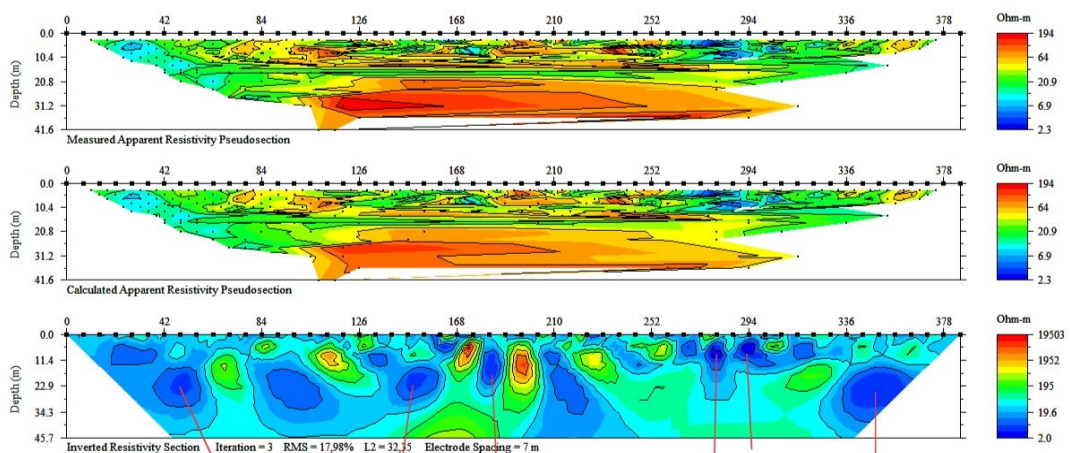
Crossplot Lintasan 1 sebelum dilakukan pengeditan (Gambar 2 (a)) menunjukkan titik data masih banyak yang tidak berhimpit dengan model (garis hijau), hal tersebut dikarenakan *RMS error* yang cukup besar pada Lintasan 1 sebesar 38,10 %. Setelah dilakukan pengeditan (Gambar 2 (b)) dengan *Data Misfit Histogram*, dilihat titik data semakin sedikit yang menjauhi titik hijau, dikarenakan *RMS error* semakin kecil yaitu 17,98 %. *RMS error* yang tinggi pada Lintasan 1 disebabkan oleh beberapa faktor yaitu kondisi lingkungan pengambilan data serta pengolahan data menggunakan *software* versi demo yang hanya mampu mengiterasi maksimal 3 kali iterasi. Namun demikian, hasil yang diperoleh telah memberikan gambaran bentuk perlapisan bumi bawah permukaan.



Gambar 2 (a) Crossplot Lintasan 1 sebelum diedit (b) Crossplot Lintasan 1 setelah diedit

3.1.3 Interpretasi dan Analisis

Penampang lintang hasil inversi untuk Lintasan 1 ditampilkan pada Gambar 3. Pada Gambar 3 (bagian bawah) dapat dilihat bahwa lapisan di bawah Lintasan 1 memiliki 6 jenis batuan yaitu pasir dan kerikil yang mengandung air asin, air dalam lapisan alluvial, alluvium yang berisi (lanau, pasir, kerikil), serpih, pasir dan kerikil kering. Pada Gambar 3 bagian ketiga (penampang bawah) dapat dilihat bahwa telah terjadi intrusi air laut ditandai dengan nilai resistivitas $2,0 \Omega\text{m} - 5 \Omega\text{m}$ pada kedalaman 5 m – 35 m. Terjadinya intrusi air laut kemungkinan disebabkan tekanan air tanah yang lebih kecil dibandingkan air laut, serta berkurangnya luas hutan *mangrove* sebagai pencegah intrusi air laut di daerah pesisir Bungus (Yulius dkk., 2014).



Gambar 3 Penampang Lintasan 1 hasil iterasi setelah diedit

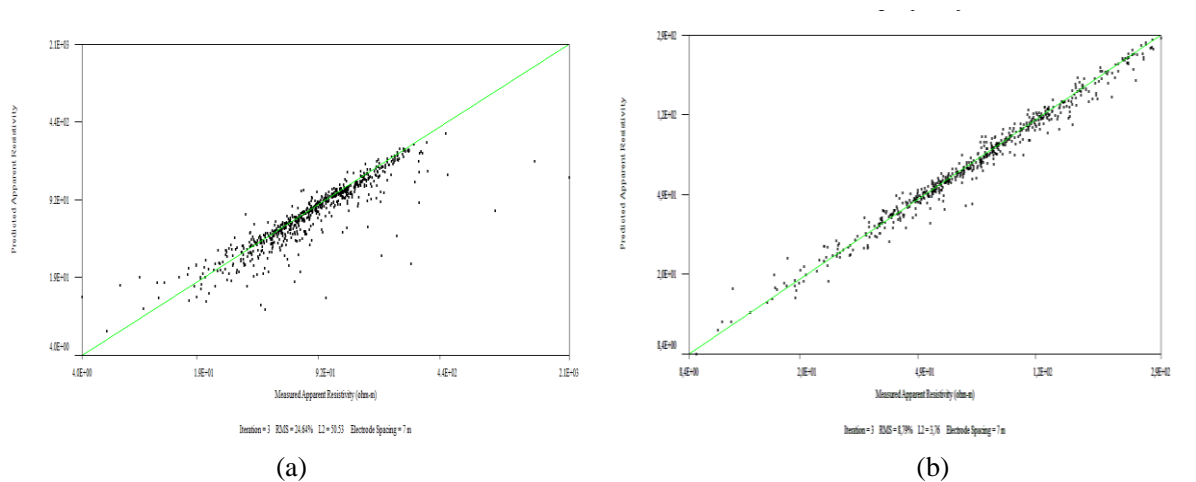
3.2 Lintasan 2

3.2.1 Konvergensi Inversi

Kurva konvergensi inversi sebelum dilakukan pengeditan dengan *RMS Error* masih tinggi yaitu berakhir di *RMS Error* 24,6 %. Setelah pengeditan diperoleh *RMS error* 8,79 %. Iterasi dihentikan bila *RMS error* sudah lebih kecil daripada nilai tertentu. Tapi pada penelitian ini hanya dilakukan 3 kali iterasi. Tingkat kesalahan ini lebih kecil dari pada Lintasan 1 dan bisa dikatakan pada Lintasan 2 permodelan penampang lebih baik dari Lintasan 1.

3.2.2 Crossplot Resistivitas Semu dengan Resistivitas Terukur

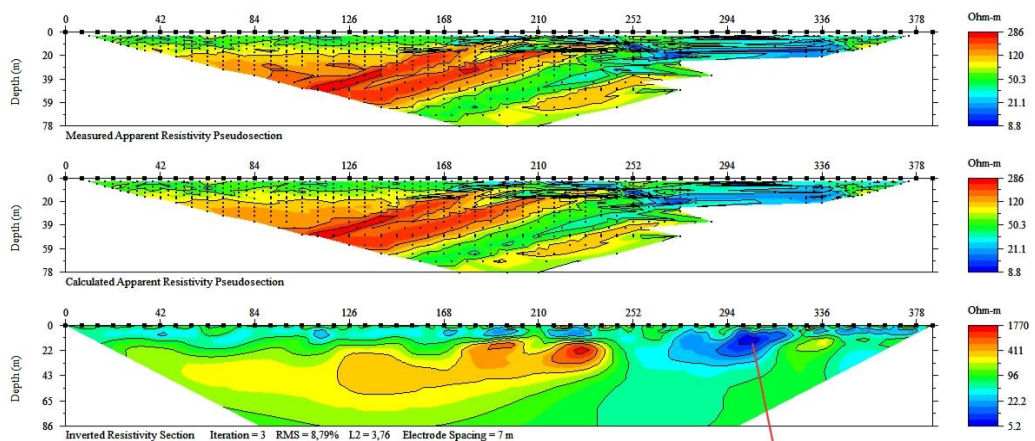
Crossplot Lintasan 2 sebelum dilakukan pengeditan (Gambar 4 (a)) menunjukkan titik data masih banyak yang tidak berhimpit dengan model (garis hijau), hal tersebut dikarenakan *RMS error* yang cukup besar pada Lintasan 2 sebesar 24,6 %. Setelah dilakukan pengeditan (Gambar 4 (b)) dengan *Data Misfit Histogram*, dilihat titik data semakin sedikit yang menjauhi titik hijau, dikarenakan *RMS error* semakin kecil yaitu 8,79 %. *RMS error* yang didapat cukup baik karena *RMS error* yang didapat kurang dari 10%.



Gambar 4 (a) Crossplot Lintasan 2 sebelum diedit (b) Crossplot Lintasan 2 setelah diedit

3.2.3 Interpretasi dan Analisis

Pada Gambar 5 bagian ketiga (penampang bawah) dapat dilihat bahwa telah terjadi intrusi air laut yang ditandai dengan nilai resistivitas sekitar 5,2 Ωm – 7,4 Ωm . Intrusi yang terlihat pada penampang Lintasan 2 hanya sedikit yaitu pada titik yang berada di titik 294 m – 305 m dengan kedalaman 18 m – 26 m dari permukaan. Lintasan 2 merupakan lintasan yang sejajar dengan pantai dan jarak Lintasan 2 lebih jauh dari pantai daripada Lintasan 1, artinya intrusi semakin jauh ke daratan.



Gambar 5 Penampang hasil iterasi pada Lintasan 2

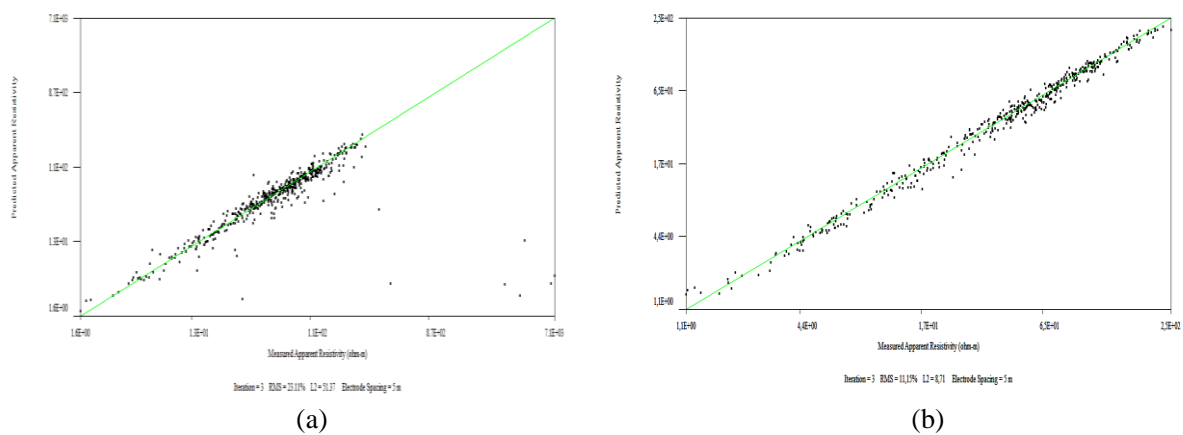
3.3 Lintasan 3

3.3.1 Kurva Konvergensi

Convergen curve of resistivity inversion pada Lintasan 3 dengan *RMS error* yang masih tinggi yaitu 23,11%. Setelah itu dilakukan pengeditan dengan *Data Misfit Histogram*. Pada saat iterasi yang pertama diperoleh nilai *RMS error* 100,4 % sedangkan pada iterasi yang kedua *RMS error* 46,8 % dan ketiga *RMS error* semakin kecil yaitu *RMS error* 11,15 %. Iterasi dihentikan bila *RMS error* sudah lebih kecil daripada nilai tertentu. Tapi pada penelitian ini hanya mampu melakukan 3 kali iterasi.

3.3.2 Crossplot Resistivitas Semu dengan Resistivitas Terukur

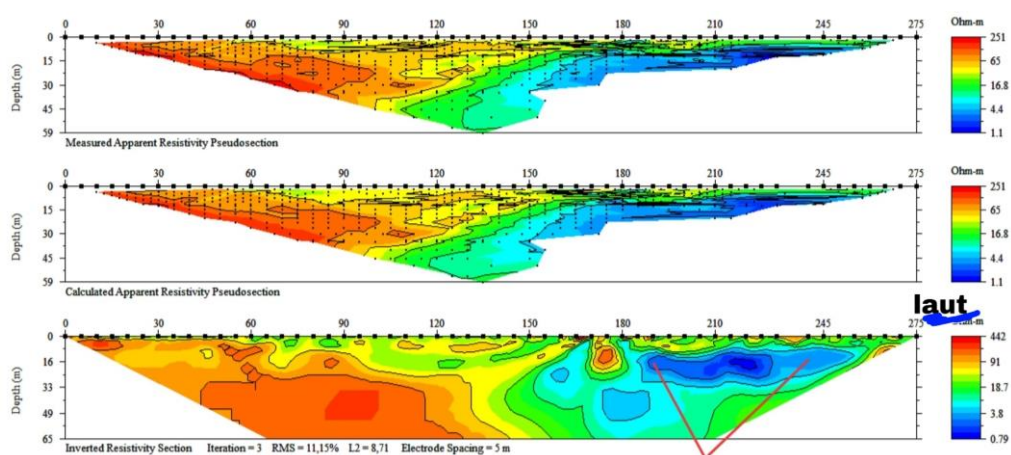
Crossplot Lintasan 3 sebelum dilakukan pengeditan (Gambar 6 (a)) menunjukkan titik data masih banyak yang tidak berhimpit dengan model (garis hijau), hal tersebut dikarenakan *RMS error* yang cukup besar pada Lintasan 3 sebesar 23,11 %. Setelah dilakukan pengeditan (Gambar 6 (b)) dengan *Data Misfit Histogram*, dilihat titik data semakin sedikit yang menjauhi titik hijau, dikarenakan *RMS error* semakin kecil yaitu 11,15 %.



Gambar 6 (a) Crossplot Lintasan 3 sebelum diedit (b) Crossplot Lintasan 3 setelah diedit

3.3.3 Interpretasi dan Analisis

Gambar 7 merupakan hasil inversi untuk Lintasan 3 dengan *RMS error* sebesar 11,15 % dengan menggunakan iterasi sebanyak 3 kali . *RMS error* ini dapat diterima karena kurang dari 30 % (Pujiastuti dkk, 2009). Pada penampang resistivitas bawah permukaan sebenarnya (*Inverted Resistivity Section*) terlihat telah terjadi intrusi air laut pada titik 190 m – 250 m. Intrusi air laut yang terjadi pada lintasan ini dengan nilai resistivitas 0,79 Ωm – 3,842 Ωm . Penyebaran intrusi air laut terdapat pada kedalaman 10 m – 30 m dari permukaan tanah, dengan jarak intrusi 85 meter dari pantai. Dibandingkan dengan penelitian oleh Kusumah (2015), intrusi air laut pada Lintasan 3 semakin luas, namun kedalaman dan jarak intrusi yang terjadi tidak jauh berbeda.



Gambar 7 Penampang hasil iterasi pada Lintasan 3

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan nilai resistivitas batuan diduga telah terjadi intrusi air laut di daerah sekitar Pelabuhan Perikanan Samudera Bungus sejauh 85 m dari bibir pantai. *Software* AGI EarthImager versi demo yang digunakan cukup mendekati software sebenarnya karena pada lintasan 2 mempunyai RMS Error dibawah 10%. Terjadi penambahan luasan intrusi pada Lintasan 3 dibandingkan pada penelitian di tahun 2015, namun kedalaman dan jarak intrusi dari laut yang hampir sama.

DAFTAR PUSTAKA

- Astutik, P., Wahyono, S. C., Siregar, S. S, Identifikasi Intrusi Air Laut Menggunakan Metode Geolistrik di Desa Kampung Baru, Tanah Bambu, *Jurnal Fisika FLUX* **13**, No.2 (2016).
- Badan Pusat Statistik Kota Padang, *Kecamatan Bungus Teluk Kabung Dalam Angka*, BPS Kota Padang, Padang. (ebook 2019)
- Kusumah, G, Rekontruksi Geometri Akuifer Kawasan Pesisir Bungus Sumatra Barat, *Jurnal Riset Geologi dan Pertambangan* **25**, No.1, 1-11 (2015).
- Mahmuddin., Kamal. E., Bulanin. U, Identifikasi dan Analisis Perubahan Hutan Mangrove dengan Penginderaan Jarak Jauh di Kecamatan Bungus Teluk Kabung Kota Padang, *Jurnal Program Pasca Sarjana* **11**, No.1 (2017).
- Pryambodo, D. C., Supriyadi, Zona Penurunan Muka Air Tanah di Wilayah Pesisir Berdasarkan Teknik Geofisika Gaya Berat Mikro 4D, *Jurnal Kelautan Nasional* **10**, No.3, 151-162 (2015).
- Pryambodo, D. G., Prihantono, Pendugaan Sebaran Air Payau dengan Tomografi Geolistrik di Pulau Jawa Karimunjawa Jawa Tengah, *Jurnal Kelautan Nasional* **12**, No 1, 27-32 (2017)
- Pujiastuti, D., Indrawati, Edwiza, D., dan Mustafa, B, Penentuan Bidang Gelincir Daerah Rawan Gerakan Tanah Dengan Metode Tahanan Jenis (Studi Kasus Dua Titik Pengamatan di Kampus Unand Limau Manis Padang), *Prosiding Seminar Nasional Fisika Universitas Andalas (SNFUA)*, hal.42-54 (2009).
- Yulius, Tanto, T. A., Ramdhan, M., Salim, H. L, Perubahan Tutupan Lahan Di Pesisir Bungus Teluk Kabung, Sumatera Barat Tahun 2003-2013 Menggunakan Sistem Informasi Geografis, *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis* **6**, No. 2, 311-318 (2014).