

Investigasi Sungai Purba Berdasarkan Metode *Electrical Resistivity Tomography* di Banda Aceh

Investigation of Shallow Paleochannel in Banda Aceh based on *Electrical Resistivity Tomography*

Muzakir Zainal¹, Muhammad Yanis¹, Umar Muksin^{1,3}, Nazli Ismail^{1,2*}

¹Program Studi Magister Fisika, Jurusan Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Syiah Kuala

²Magister Ilmu Kebencanaan, Program Pascasarjana, Universitas Syiah Kuala

³Tsunami and Disaster Mitigation Research Centre (TDMRC), Universitas Syiah Kuala

Received December, 2016, Accepted January, 2017

Pembentukan daratan pesisir sangat dipengaruhi oleh proses sedimentasi dari material hasil rombakan. Proses sedimentasi pada masa lampau dapat dikaji dengan mempelajari sungai purba sebagai media transportasi material. Survey geofisika metode *electrical resistivity tomography* dilakukan untuk investigasi sungai purba di Ulee Kareng Banda Aceh. Untuk memetakan sedimen dan geometri sungai purba, pengukuran *electrical resistivity* dilakukan di sepanjang dua lintasan dengan panjang 240 meter dan spasi elektroda 2 meter. Proses inversi model resistivitas 2D telah dilakukan pada masing – masing lintasan data yang terukur. Hasil *electrical resistivity tomography* mampu membedakan batas – batas antara setiap lapisan sedimen yang terendapkan di lokasi *paleochannel*. Sedimen *paleochannel* secara jelas diidentifikasi dari distribusi nilai resistivitas yang lebih tinggi (15.2–31.6 $\Omega \cdot m$). Berdasarkan interpretasi dari metode *electrical resistivity tomography* area persawahan merupakan lokasi sungai purba pada masa lampau.

The formation of coastal area is influenced by sedimentation process. The sedimentation process along the coastal line in the past one can be explained by studying existence of paleochannels located around the area. Deposition of the sediment along the coast is carried by river activities in the past. We have investigated paleochannel structure in Ulee Kareng, Banda Aceh using electrical resistivity tomography survey. The measurements were performed along two profiles with 240 meters and 2 meters spacing between electrodes crossing the paddy. The method measured apparent resistivity data along the profiles. The 2D resistivity models were inverted from the apparent resistivity data using Res2Div program. The inverted models clearly show indication of paleochannel structure based on distribution of resistivity values within the subsurface. The paleochannel area was characterize by high resistivity i.e. 15.2–31.6 $\Omega \cdot m$.

Keywords: Electrical Resistivity Tomography, Paleochannel, Banda Aceh, Sedimentasi

Pendahuluan

Wilayah Banda Aceh merupakan delta sungai yang terbentuk dari dua tanjung pesisir pantai, hal ini menjadikan kawasan Banda Aceh lebih mudah mengalami proses sedimentasi (Webb, 2009). Proses sedimentasi ini disebabkan oleh aktivitas Sungai Aceh yang mengalir pada bagian utara graben yang terbentuk karena pergerakan Sesar Sumatra (Takahashi, 2007). Proses sedimentasi dapat merekam jejak peristiwa mengenai aktivitas sedimentasi yang terjadi pada kawasan tersebut, baik berupa ukuran butir, struktur sedimen, gradien

sungai, dan jumlah debit musiman (Nichols, 2009). Untuk mengetahui perkembangan kehidupan masyarakat di kawasan tersebut, maka perlu dilakukan suatu kajian ilmiah tentang sedimentasi dan pembentukan delta di Banda Aceh. Namun demikian, akibat minimnya informasi mengenai proses sedimentasi dan pembentukan delta di pesisir Banda Aceh pada masa lampau, maka perlu dilakukan pemetaan mengenai sungai purba yang berperan sebagai media transportasi material. Endapan suatu material dibawah permukaan dapat dikaji dengan menggunakan metode geofisika.

Metode geofisika ialah metode yang dapat memetakan struktur bawah permukaan berdasarkan sifat fisis (Telford, 1990). Salah satu metode geofisika yang sering digunakan untuk kajian lingkungan adalah metode *electrical resistivity tomography* (Milsom, 2003). Menurut Bowling *et al.* (2005), metode *electrical resistivity tomography* dapat digunakan untuk pemetaan dan rekonstruksi geometri bawah permukaan dan endapan pasir, khususnya endapan saluran aluvial. Metode *electrical resistivity tomography* juga dapat menggambarkan akuifer yang heterogen sebagai fungsi stratigrafi. Giocoli *et al.* (2008) menyatakan bahwa metode *electrical resistivity tomography* dapat memetakan lapisan sedimentasi dan mengevaluasi perbedaan batas-batas geologi pada permukaan yang dangkal. Dalam kasus yang lain Aslam and Balasubramanain (2002) juga berhasil memetakan *paleochannel* di India berdasarkan metode *electrical resistivity tomography* yang diintegrasikan dengan citra satelit. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode *electrical resistivity*

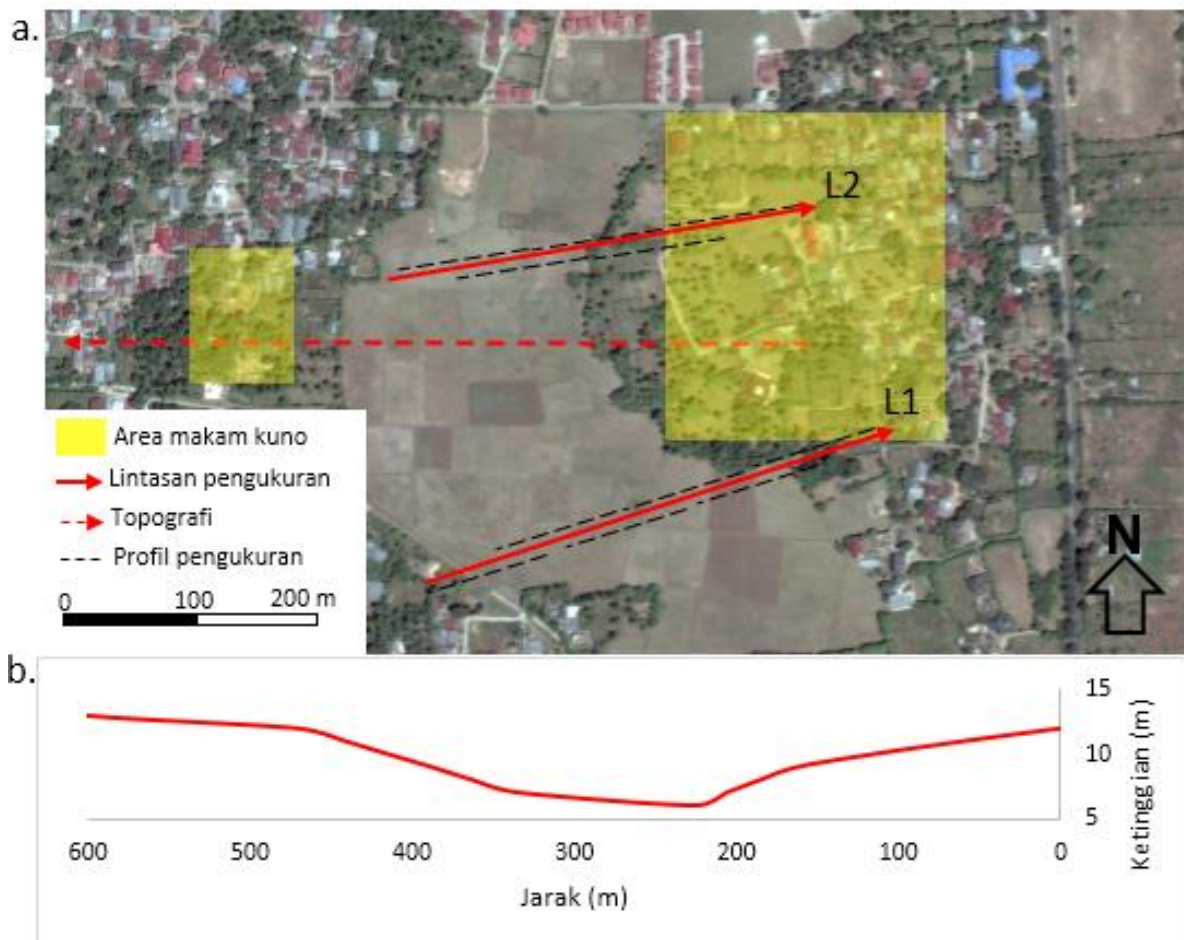
tomography untuk merekonstruksi sedimentasi *paleochannel* di Banda Aceh.

Metodologi

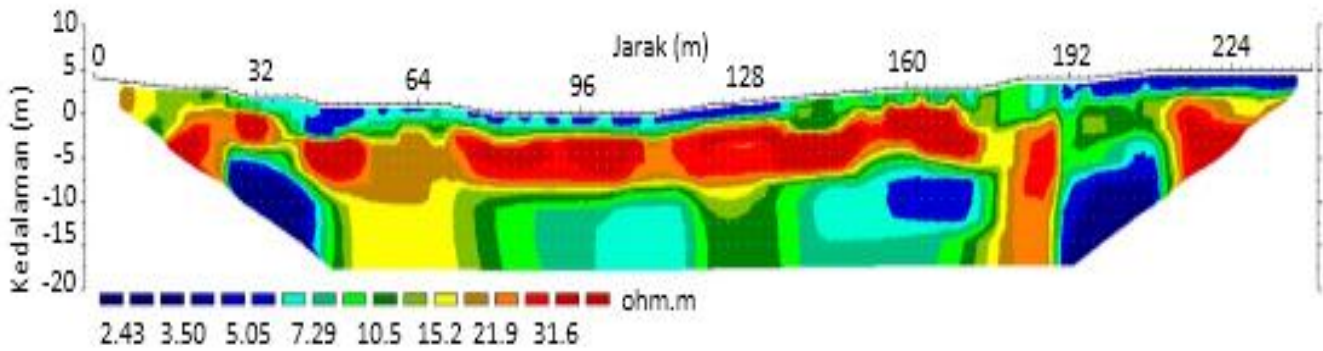
Penelitian berlokasi di Gampong Rumpet dan Lam Gapang Kecamatan Ulee Kareng Banda Aceh. Berdasarkan foto citra satelit (Gambar 1) lokasi penelitian merupakan area persawahan masyarakat yang diduga sebagai lokasi terdapatnya material dari proses sedimentasi *paleochannel*.

Untuk mendapatkan distribusi nilai resistivitas dari material sedimen *paleochannel* digunakan peralatan *resistivimeter SuperSting R8 unit* dari Advanced Geosciences, inc.

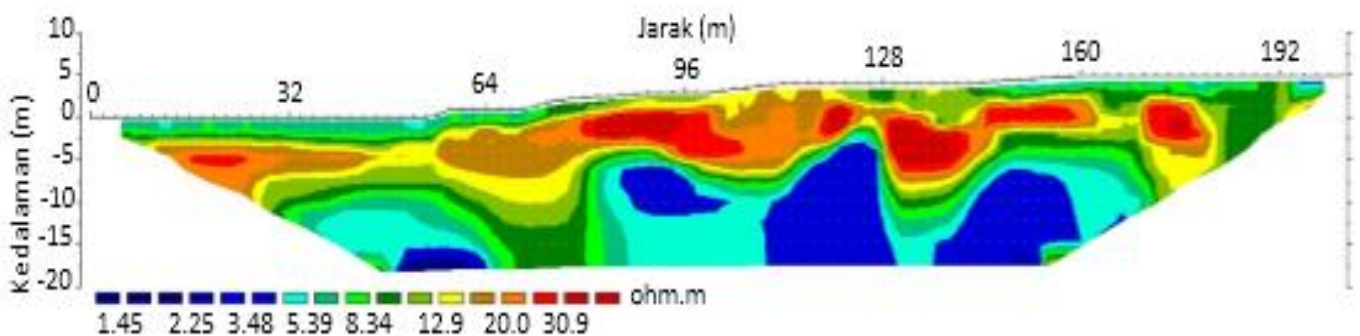
Pengukuran data dilakukan dengan mengambil dua lintasan pengukuran data untuk mendapatkan penampang bawah permukaan. Lintasan pertama memiliki panjang 392 meter dan lintasan kedua memiliki panjang 336 meter. Panjang lintasan ini dipilih karena diperkirakan mencakup area yang diprediksi sebagai sungai purba sehingga dapat membedakan nilai resistivitas material *paleochannel* dengan resistivitas material lain.



Gambar 1 Citra satelit lokasi penelitian (a) sketsa lintasan pengukuran data, (b) keadaan topografi di lokasi penelitian (*google maps*, 2016)



Gambar 2 Distribusi resistivitas *electrical resistivity tomography* di sepanjang Lintasan 1 sampai kedalaman 20 km. Warna merah menunjukkan area yang memiliki resistivitas tinggi sedangkan zona warna biru memiliki resistivitas rendah.



Gambar 3. Distribusi resistivitas *electrical resistivity tomography* Lintasan 1 sampai kedalaman 20 km.

Hasil Penelitian

Hasil foto citra satelit (Gambar 1) menunjukkan bahwa lokasi pengukuran data merupakan area persawahan yang terletak disekitar pemukiman masyarakat. Area persawahan memiliki topografi yang lebih rendah dari sekitarnya dan mempunyai bentuk seperti sungai. Pada lokasi persawahan tersebut diduga sebagai lokasi terendahnya material *paleochannel*. Hasil pengamatan di lapangan terdapat beberapa objek arkeologi seperti sebaran batu nisan dan pecahan keramik kuno di sekitar lokasi *paleochannel*. Pada kasus lain di India, Stein (1942) telah berhasil mendeskripsikan adanya hubungan yang erat antara objek-objek arkeologi di pesisir pantai dengan keberadaan *paleochannel*, hal ini disebabkan oleh kebiasaan penduduk masa lampau yang berdominasi disekitar aliran sungai.

Gambar 2 menunjukkan hasil pemodelan data yang diinterpretasikan sebagai struktur sedimen berdasarkan perbedaan nilai resistivitas. Perbedaan distribusi nilai resistivitas mendeskripsikan lokasi pengukuran data yang tersusun lebih dari satu jenis material sedimen yang terendapkan. Distribusi nilai

resistivitas 2.43–5.05 .m dapat dikatakan sebagai lapisan lempung, karena jenis sedimen ini memiliki porositas yang sangat rendah. Lapisan dengan resistivitas 7.29–10.5 .m dapat dikategorikan sebagai material dari lempung–pasiran (lanau). Sedangkan untuk resistivitas tinggi 15.2–31.6 .m merupakan material pasiran–kerikil, dimana porositas yang tinggi mempengaruhi nilai resistivitas pada lapisan ini.

Model resistivitas ERT Lintasan 1 memiliki pola yang membentuk cekungan aliran sungai, dimana pada jarak 32–160 meter dengan lapisan yang sangat resistif menunjukkan keberadaan dari geometri sungai. Hal ini disebabkan dari keberadaan lapisan resistif pada jarak 32 dan 160 meter dan lebih dangkal dari pada jarak 64, 96 dan 160 meter. Keberadaan zona yang resistif pada kedalaman 10–20 meter yang lebih didominasi oleh zona konduktif disebabkan oleh material yang ada pada kedalaman di atasnya lebih resistif, sehingga aliran arus tidak dapat menembusi bagian bawahnya. Pada jarak 128 meter terdapat cekungan dengan luasan 18 meter yang dapat diduga sebagai bagian dari alur sungai

purba pada masa lampau. Dengan demikian, model ERT pada Lintasan 1 telah menunjukkan geometri dari paleochannel.

Gambar 3 menunjukkan distribusi nilai resistivitas hasil pemodelan data dengan metode *electrical resistivity tomography* (ERT) pada Lintasan 2. Model *electrical resistivity tomography* yang telah terukur mendeskripsikan struktur bawah permukaan berdasarkan resistivitas yang sebenarnya. Secara umum distribusi nilai resistivitas pada Lintasan 2 menunjukkan keberadaan dari tiga jenis struktur lapisan. Lapisan konduktif dengan nilai resistivitas 1.45–5.39 $\Omega \cdot m$ terdapat pada kedalaman 5–20 meter pada jarak 32–64 meter dan 74–168 meter, dimana kedalamannya sangat bervariasi untuk setiap kedalaman. Sedangkan zona dekat permukaan dengan resistivitas yang sama terdapat sepanjang lintasan pengukuran. Distribusi nilai resistivitas 8.34–12.9 $\Omega \cdot m$ berada pada kedalaman 10–20 meter pada zona yang dalam dan sedikit terdistribusi pada lapisan dekat permukaan. Lapisan dengan nilai resistivitas tersebut memiliki ketebalan yang bervariasi (1–5 meter). Sedangkan zona resistif dengan nilai resistivitas 20.0–30.9 $\Omega \cdot m$ terdistribusi sepanjang lintasan pengukuran di kedalaman 3–12 meter dengan ketebalan lapisan yang variasi (3–9 meter).

Distribusi nilai resistivitas pada Lintasan 2 berdasarkan model ERT dapat diinterpretasikan sebagai model dari struktur batuan sedimen yang ada di lokasi *paleochannel*. Gambar 3 menunjukkan struktur batuan sedimen di lokasi *paleochannel* terdiri dari beberapa jenis sedimen. Lapisan dengan resistivitas 1.45–5.39 $\Omega \cdot m$ merupakan jenis material lempung, karena sedimen lempung memiliki porositas yang rendah sehingga hanya sedikit keberadaan fluida pada sedimen tersebut. Untuk resistivitas 8.34–12.9 $\Omega \cdot m$ adalah material jenis lempung–pasiran (lanau) hal ini ditunjukkan nilai resistivitas yang lebih tinggi dari lempung. Nilai resistivitas yang lebih tinggi pada lapisan ini akibat dari keberadaan material pasiran yang meningkatkan porositas batuan. Sedangkan lapisan dengan resistivitas paling tinggi 20.0–30.9 $\Omega \cdot m$ adalah material sedimen hasil rombakan, yaitu pasiran–kerikil. Pada lapisan ini banyak terdapat kandungan fluida, hal ini akibat porositas batuan yang sangat tinggi.

Model ERT pada Lintasan 2 menunjukkan distribusi nilai resistivitas dengan pola melengkung yang dapat menjadi lokasi untuk endapan dari

material sedimentasi. Pola distribusi nilai resistivitas seperti itu umumnya merupakan bentuk dari geometri sungai. Pada Lintasan 2 terdapat 3 pola yang melengkung seperti aliran sungai. Pertama berada pada jarak 64 meter, cekungan ini memiliki luasan 28 meter. Cekungan kedua yang berada pada jarak 96 meter, memiliki luasan 38 meter. Sedangkan cekungan ketiga pada jarak 128 meter memiliki luasan 24 meter. Dengan demikian, alur aliran sungai pada masa lampau mengalami perubahan dan perpindahan akibat dari proses sedimentasi.

Penggunaan metode *electrical resistivity tomography* (ERT) dalam pemodelan paleochannel karena kehandalan metode tersebut dalam memetakan batas–batas sedimen aluvial. Rentang nilai resistivitas yang didapatkan sangat kecil, yaitu 1.45–31.6 $\Omega \cdot m$. Kondisi ini sangat berkaitan dengan kondisi wilayah Banda Aceh yang terbentuk dari hasil endapan sedimentasi aluvial. Pada penelitian lainnya yang dilakukan oleh Giocoli *et al.* (2008) mendapatkan rentang endapan material sungai purba 3–90 $\Omega \cdot m$ dengan pengaruh dari bantuan dasar (*bedrock*).

Kesimpulan

Metode *electrical resistivity tomography* (ERT) dapat digunakan untuk pemetaan batas antar–lapisan sedimen dengan sangat baik. Hal ini karena metode ERT menghasilkan distribusi resistivitas yang sangat kontras. Data hasil pengukuran menunjukkan nilai resistivitas tinggi pada area yang diduga sebagai sungai purba. Hasil inversi 2D data resistivitas diperoleh tiga struktur lapisan sedimen. Lapisan pertama diduga sebagai lempung–pasiran dengan resistivitas 7.29–10.5 $\Omega \cdot m$. Lapisan kedua dapat diduga sebagai pasiran–kerikil dengan resistivitas 15.2–31.6 $\Omega \cdot m$. Lapisan ketiga diduga sebagai lempung dengan resistivitas 15.2–31.6 $\Omega \cdot m$.

Referensi

- Giocoli, A., Magri, C., Vannoli, P., 2008. *Electrical Resistivity Tomography investigation in the Ufita Valley (Southern Italy)*. *Journal Annals of Geophysics*. Vol,51.
- Milsom., 2003. *Field Geophysics Third Edition*. Jhon Wiley & Sons Ltd. London.
- Aslam, M., & Balasubramanian, A., 2002. *Delineation of Palaeochannels using Remote Sensing and Geophysical data around Talakad in*

Cauvery River basin. India, *J. of Geophysics*, 23(2), 43-50

Nichols, G., 2009. *Sedimentology and Stratigraphy Second Edition*. Wiley-Blackwell. USA

Stein, A. 1942. A survey of ancient sites along the "lost" Sarasvati River. *The Geographical Journal*, 99, 173-182.

Takahashi, M., Tanaka, S., Kimura, R., Umitsu, M., Tabuchi, R., Kuroda, T., Ando, M., Kimata, F., 2007. Restoration after the Sumatra Earthquake Tsunami in Banda Aceh: Based on the Results of Interdisciplinary Researches by Nagoya University.

Journal of Natural Disaster Science. Vol:29, pp. 53-61.

Telford, W. M., Geldart, L. P., Sheriff, R. E. 1990. *Applied Geophysics Second Edition*, Cambridge University Press, USA.

Webb., 2009. *Re-mapping the 2004 Boxing Day Tsunami Inundation in the Banda Aceh Region with Attention to Probable Sea Level Rise*. Carleton College.