

Pemetaan Sesar dan Analisis Geometri Menggunakan Data Geolistrik di Selengen Lombok Utara

Putrawan Saputra¹, Syamsuddin¹, Hiden Hiden¹

¹Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mataram, Indonesia.

E-mail : hidenpamula@unram.ac.id.

INFO ARTIKEL

Article History:

Received: 30-01-2021

Revised: 03-02-2021

Accepted: 11-02-2021

Kata Kunci:

Faults; Geoelectric 2D; Geometry; Selengen

Cara Sitasi :

Saputra, P., Syamsuddin., Hiden. (2021). Pemetaan Sesar dan Analisis Geometri Menggunakan Metode Geolistrik di Selengen Lombok Utara. *Indonesian Physical Review*, 4(1), 43-50

DOI :

<https://doi.org/10.29303/i.pr.v4i1.76>

ABSTRAK

Aktivitas sesar merupakan faktor utama terjadinya gempa bumi seperti yang terjadi di Pulau Lombok. Sesar diduga banyak terdapat di Wilayah Lombok, baik sesar skala mayor maupun sesar minor. Oleh karena itu perlu dilakukan pemetaan keberadaan sesar dan analisis geometrinya, sehingga resiko bahaya dapat dimitigasi sebelum gempa khususnya di Kayangan Lombok Utara. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui keberadaan sesar dan menganalisis geometrinya di Desa Selengen Kayangan Lombok Utara. Data yang digunakan adalah data Geolistrik 2D. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sesar yang terdapat di Desa Selengen adalah sesar mikro membentuk garis melalui rekahan yang tersingkap memanjang ke arah timur laut. Geometri rata-rata sesar: lebar 15,8 m, kedalaman 16,8 m dan Strike 37° dan Dip 77° timur laut (N37E/77). Penelitian selanjutnya akan dikaji tingkat kerawanan dan potensi likuifaksi dengan wilayah yang lebih luas menggunakan metode lain.

Copyright © 2021 IPR. All rights reserved.

Pendahuluan

Pulau Lombok merupakan salah satu daerah rawan gempa di Indonesia. Hal ini disebabkan posisi pulau Lombok yang berada di antara zona subduksi lempeng Indo-Australia dan Eurasia. Adanya gempa dapat dikaitkan dengan adanya sesar di suatu daerah [1]. Geometri sesar meliputi kelurusan sesar (*strike*), slope sesar (*Dip*), slip strike dan rake. Dalam menentukan keberadaan dan analisis geometri sesar, beberapa metode geofisika dapat digunakan, antara lain metode gravitasi, metode magnet, metode seismik dan metode geolistrik [2].

Salah satu metode paling sederhana untuk mendeteksi sesar dangkal dan menganalisis geometrinya adalah metode geolistrik. Metode geolistrik sangat akurat untuk menentukan

struktur geologi bawah permukaan berdasarkan variasi nilai resistivitas jenis batuan. Adanya suatu gangguan dapat diidentifikasi berdasarkan diskontinuitas nilai resistivitas pada bagian inversi [3, 4, 5]. Diskontinuitas batuan ditunjukkan oleh batuan dengan nilai resistivitas yang berbeda yang dapat diamati pada penampang geolistrik hasil inversi [6].

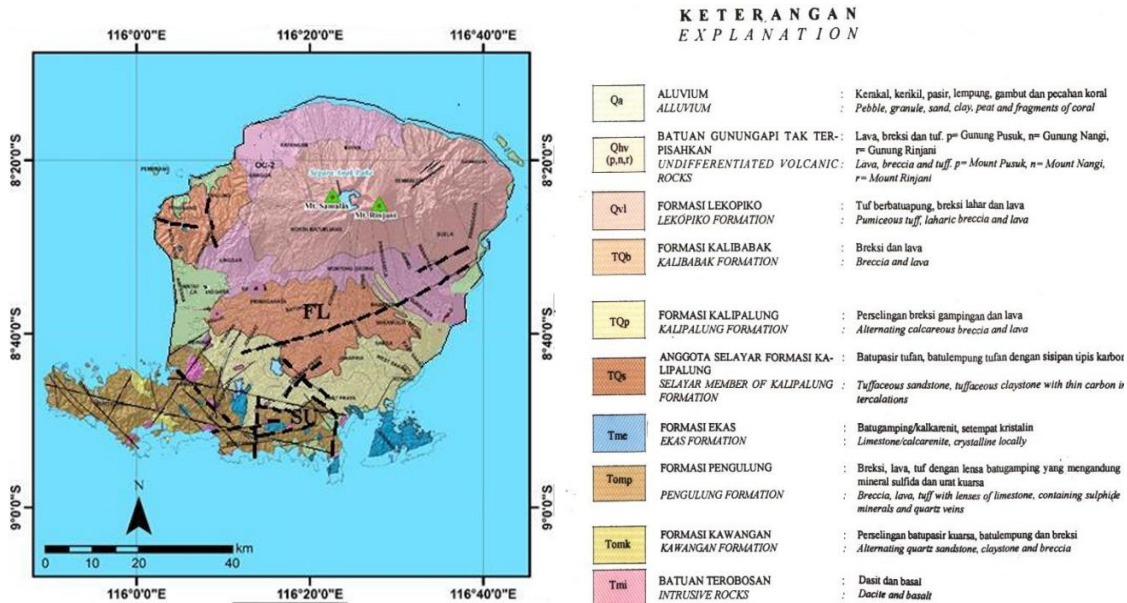
Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh [1, 7, 8, 9], menyatakan bahwa metode geolistrik resistivitas dapat digunakan untuk menginterpretasikan struktur bawah permukaan secara akurat dan mampu menggambarkan keberadaan sesar dari penampang resistivitas.

Metode geolistrik terdiri dari beberapa konfigurasi yaitu Wenner, Schlumberger, Dipole-Dipole dan Wenner dan sebagainya. Menurut [10, 11], penggunaan konfigurasi Wenner menunjukkan adanya sesar bawah permukaan secara akurat.

Berdasarkan uraian di atas maka sangat penting dilakukan penelitian untuk mengetahui keberadaan sesar dan geometri sesar di Desa Selengan Kecamatan Kayangan Kabupaten Lombok Utara untuk mendeteksi keberadaan dan menganalisa geometri sesar di daerah tersebut dengan menggunakan metode geolistrik resistivitas.

Keadaan Geologi Daerah Penelitian

Sesar dan lipatan dapat ditemukan hampir di seluruh pulau Lombok, termasuk Lombok Utara [12]. Sesar dan lipatan ini dapat menyebabkan deformasi. Deformasi yang kuat di Lombok Timur ditandai dengan blok patahan dan gunung lumpur. Sesar ditemukan di Pemenang sebelah barat Gunung Rinjani, di Sambelia dan Pringgabaya Timurlaut Gunung Rinjani, dan di Sekotong, Lombok Selatan dan Sesar Lombok (FL) memanjang dari timur ke barat pulau Lombok seperti yang ditunjukkan pada gambar 1.

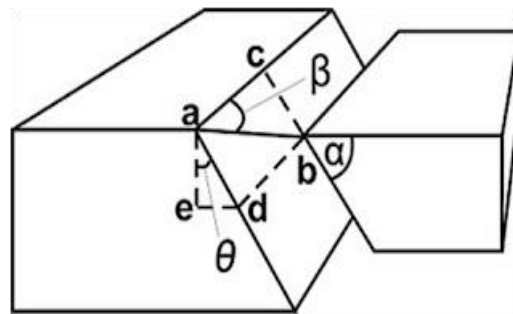


Gambar 1. Peta Geologi Lombok [12]

Sesar adalah rekahan pada batuan yang mengalami pergeseran melalui bidang rekah. Beberapa fitur yang dapat digunakan sebagai tanda sesar antara lain: terdapat struktur yang tidak kontinyu (lapisan terpotong batuan lain), adanya pengulangan lapisan atau hilangnya lapisan batuan, tampilan khas pada bidang sesar seperti cermin sesar, menggores garis. Penampakan

yang khas di zona sesar seperti *drag*, *fault breccias*, *horse*, atau *lice*, *mylonite*, silisifikasi dan mineralisasi di sepanjang zona sesar, serta perbedaan fasies sedimen. Intrusi fisiografik, seperti *scarp*, *scarlets* (*piedmont scarp*), segitiga, defleksi sungai dan pemotongan bagian depan rangkaian gunung struktural.

Terkait fitur-fitur sesar di atas, maka dalam mempelajari dinamika yang pernah terjadi sesar tersebut digunakan beberapa istilah [13] adalah seperti pada Gambar 2, antara lain: *Strike* sesar yaitu arah dimana bidang sesar berpotongan dengan bidang horizontal dan biasanya diukur dari utara (β). *Dip* sesar (α) adalah sudut yang terbentuk antara bidang sesar dan bidang horizontal yang diukur tegak lurus terhadap sambaran. *Net Slip* (**d-b**) adalah perpindahan relatif suatu titik karena sesar yang awalnya bertepatan dengan bidang sesar. Terakhir *Rake* (**e-d**) adalah sudut yang dibentuk oleh strike-slip (pergeseran horizontal dalam arah gerakan) pada bidang sesar.



Gambar 2. Penampang Sesar [13]

Teknik Pengukuran

Geolistrik adalah suatu metode dalam geofisika yang mempelajari sifat aliran arus listrik di bumi dengan mengalirkan arus listrik bertegangan tinggi ke dalam tanah, kemudian mengukur beda potensial yang terjadi di permukaan tanah. Penyelidikan geolistrik dilakukan berdasarkan sifat fisik batuan terhadap aliran arus listrik, dimana setiap jenis batuan yang berbeda akan memiliki jenis nilai hambatan jenis yang berbeda pula. Sehingga laju aliran arusnya juga berbeda. Dengan demikian, metode geolistrik dapat digunakan untuk mendeteksi lapisan batuan pada suatu daerah berdasarkan sifat kelistrikan batuan penyusunnya.

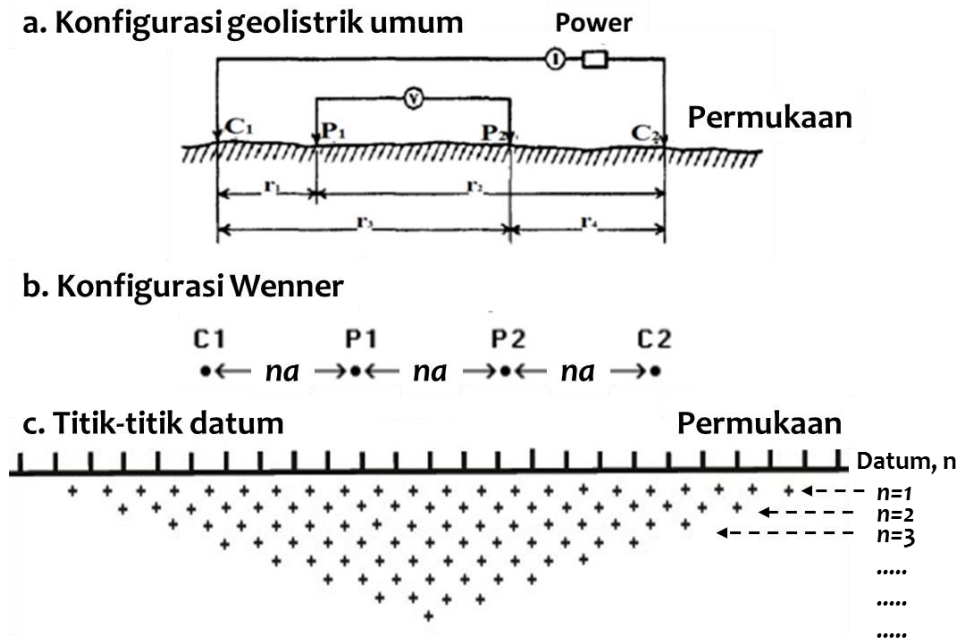
Dengan berasumsi bahwa Bumi homogen dan isotropik. Jika arus listrik diinjeksikan (di permukaan) ke dalam bumi homogen isotropik melalui elektroda arus, arus listrik menyebar ke dalam tanah secara radial. Penyebaran arus ini menghasilkan potensial di sekitar elektroda arus dan elektroda potensial. Garis-garis potensial yang terbentuk mirip seperti setengah bola yang menyapu luasan $2\pi r^2$ [14]. Beda potensial yang terjadi antar elektroda potensial (Gambar 3a) dapat diukur dan sesuai dengan persamaan (1) di bawah ini:

$$\Delta V = \frac{\rho I}{2\pi} \left[\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) - \left(\frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4} \right) \right] \quad (1)$$

dengan ΔV adalah beda potensial (Volt), I adalah arus (A), ρ adalah resistivitas (Ohm-m) [3], r adalah jarak antara elektroda (m).

Konfigurasi Wenner (Gambar 3b) merupakan konfigurasi yang sering digunakan dalam eksplorasi geofisika, dimana elektroda berada dalam satu garis simetris dengan titik pusat dan jarak yang sama antar elektroda, misalnya a . Konfigurasi Wenner memiliki resolusi vertikal

yang baik, sensitivitas tinggi terhadap perubahan lateral, tetapi penetrasi arus yang lemah terhadap kedalaman. Susunan konfigurasi elektroda Wenner [14] dapat dilihat pada Gambar 3b.



Gambar 3. Susunan empat elektroda di permukaan tanah dalam metode geolistrik [modifikasi dari [7, 10]. a. konfigurasi geolistrik secara umum, b. konfigurasi Wenner, c. Titik-titik datum konfigurasi Wenner 2D

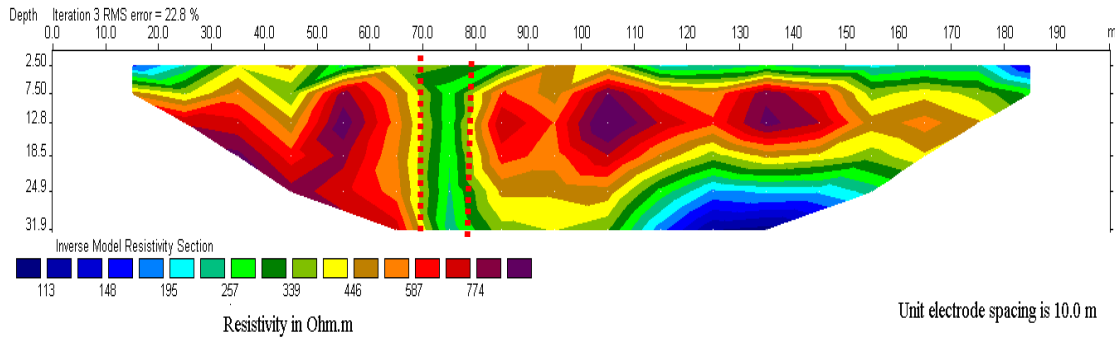
Resistivitas semu (ρ_a) untuk sejumlah titik datum (n) pada konfigurasi Wenner 2D sesuai persamaan (1) dinyatakan dalam persamaan (2) berikut,

$$\rho_a = 2\pi na \frac{\Delta V}{I} \tag{2}$$

Dengan a : spasi antara elektroda, n : titik datum. Teknik pengukuran dalam penelitian ini adalah pengukuran konfigurasi Wenner dua dimensi (2D) yang dilakukan pada 5 jalur dengan lokasi yang berbeda. Panjang setiap jalur adalah 200 m dengan jarak elektroda (a) 10 m dan titik datum (n) (Gambar 3c) mulai dari $n = 1$ sampai $n = 8$.

Hasil dan Diskusi

Berdasarkan peta geologi Lombok, formasi batuan yang menyusun stratigrafi lokasi penelitian adalah formasi sedimen aluvial dan formasi Lekopiko. Sedimen aluvial berasal dari pengendapan batuan vulkanik dengan bahan penyusunnya terdiri dari abu vulkanik, lapili, lahar dan tufa yang berumur quater. Formasi Lekopiko tersusun dari batu apung dan tufa lava. Berdasarkan nilai resistivitas batuan, batuan bawah permukaan di daerah penelitian sesuai dengan batuan penyusun formasi tersebut.



Gambar 4. Penampang resistivitas aktual dari pemodelan inversi 2-D, pada line-1. Garis putus-putus vertikal warna merah merupakan indikasi batas sesar.

Demikian juga dari hasil analisis penampang geolistrik resistivitas 2D, peta geologi dan observasi lapangan di daerah penelitian disimpulkan bahwa terdapat patahan yang ditandai dengan garis putus-putus vertikal warna merah (lihat gambar 4). Sesar tersebut tampak di permukaan tanah dan diduga akibat gempa bumi (kekuatan 7,0 SR) pada bulan Agustus tahun 2019, yang lokasinya berdekatan dengan lokasi penelitian. Selain itu, beberapa rekahan lain ditemukan di dekat lokasi penelitian yang memiliki arah rekahan yang sama dengan sesar di daerah penelitian.

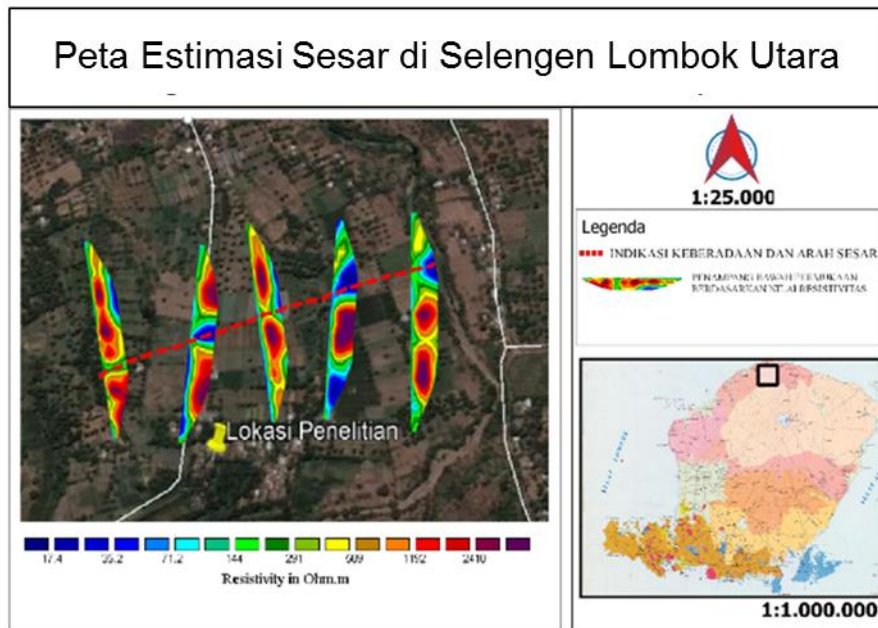
Berdasarkan gambar 4 penampang resistivitas hasil inversi dan kondisi geologi wilayah studi pada lintasan pertama, kami menginterpretasikan tiga jenis lapisan batuan. Ketiga lapisan tersebut berurutan: aluvial, endapan vulkanik, dan batulempung dari Formasi Lekopiko. Lapisan aluvial pada permukaan tanah dengan nilai resistivitas antara 196 - 446 Ωm menempati kedalaman hingga 7,5 m. Lapisan kedua merupakan endapan vulkanik dengan nilai resistivitas sekitar 446 - 774 Ωm dan lapisan ketiga merupakan batuan lempung dengan nilai 113 - 339 ohm-m dan diperkirakan paleo-topografi, sebelum terjadi letusan Gunung Samalas 1257 [11].

Selanjutnya pada kelima profil tersebut dilakukan analisa indikasi keberadaan sesar berdasarkan diskontinuitas nilai resistivitasnya, terutama pada arah horizontal (lebar) dan kemiringannya, hasilnya dapat dilihat dalam Tabel 1.

Gambar 5 menunjukkan diskontinuitas nilai resistivitas rendah (17 - 291) Ohm-m ke arah horizontal pada posisi berbeda dan dari permukaan hingga kedalaman 31 meter. Diskontinuitas ini diduga sebagai sesar yang telah diisi dengan sedimen vulkanik berupa abu vulkanik, lapili dan tufa sedimen vulkanik berupa abu vulkanik, lapili dan tufa. Model tersebut sudah kami validasi langsung di lapangan pada saat survei, terutama jalur kedua yaitu di jalan raya Mataram - Sembalun berarah timur laut, dimana terdapat celah yang memotong jalan (profil 2). Model inversi data lapangan pada site ini menunjukkan nilai resistivitas berkisar 56.4 - 1648 Ωm dari permukaan hingga kedalaman 31 m. Diskontinuitas ke arah horizontal terletak pada posisi 100 - 115 m dengan nilai resistivitas rendah berkisar 56 - 388 ohm-m. Diskontinuitas tersebut berada pada kedalaman 7.5 m sampai 19 m dan lebar rata-rata 15 meter dan kemiringan rata-rata 65° (Tabel 1) yang memotong jalan raya Mataram - Sembalun.

Kelima penampang resistivitas pada gambar 5 memiliki jenis lapisan yang mirip satu sama lain baik dalam arah vertikal maupun horizontal ditandai dengan kontras nilai resistivitasnya sangat tinggi. Secara khusus, diskontinuitas nilai resistivitas arah horizontal pada semua

lintasan terlihat jelas dengan lebar bervariasi dari 15 hingga 25 m. Sesar terdeteksi mulai dari permukaan hingga kedalaman lebih dari 30 m. Daerah diskontinuitas ini memiliki nilai resistivitas rata-rata antara 150 - 440 ohm-m yang diduga aluvial, abu vulkanik dan lapili. Kami menafsirkan rangkaian diskontinuitas ini sebagai sesar dengan kelurusan arah 37° timur laut dan kemiringan rata-rata 63° (N37E/63) (Gambar 5).



Gambar 5. Peta estimasi keberadaan dan arah sesar di Selengen

Geometri Sesar pada *line-1* (gambar 4) yang terlihat di permukaan tanah terletak pada 70 - 80 m dari titik awal pengukuran. Arah rekahan yang kami amati selama survei lapangan adalah 40° timur laut. Kedalaman sesar tersebut lebih dari 31.9 m dengan lebar 10 m dan kemiringan sesar 70° . Secara geologis ditulis *N40E/70*. Demikian juga untuk empat lintasan lainnya umumnya terdiri dari tiga lapisan dengan jenis batuan yang sama seperti *line-1* di atas. Geometri sesar berupa kedalaman (yang terdeteksi), lebar dan kemiringan (*Dip*) pada kelima jalur (*line*) disajikan dalam tabel 1. Adapun kelurusan (*strike*) sesar secara umum 37° timur laut, lebar bervariasi dari 10 m sampai 20 m dengan kemiringan (*dip*) antara 40° – 80° (Tabel 1).

Tabel 1. Analisis Geometri Sesar

No	Line	Posisi (m)	Kedalaman (m)	Kemiringan	Lebar (m)
1	I	70-80	17,5	70°	10
2	II	100-115	21	65°	15
3	III	100-110	12	70°	10
4	IV	110-130	23	40°	20
5	Va	80-90	12,5	60°	10
	Vb	130-140	15	80°	20

Secara keseluruhan jika dilihat dari model resistivitas inversi, jenis batumannya sama, yaitu endapan aluvial dan breksi yang tak terpisahkan. Sesar yang teridentifikasi cenderung mengarah ke timur laut, hal ini sesuai dengan [12] yang menggunakan metode gravitasi. Kami juga menemukan patahan pada jarak kurang lebih 0.30 km dan 1 km dari lokasi penelitian berarah 45° dan 40° . Ini menegaskan perkiraan arah sesar timur laut 40° . Sesar temuan ini

belum tersedia di peta geologi yang dibuat oleh [15]. Sesar-sesar tersebut diduga terjadi akibat beberapa gempa bumi besar yang terjadi beruntun di Lombok, khususnya gempa bumi pada tanggal 28 Agustus 2018 berkekuatan 7,0 SR dengan jarak episentrum ± 80 km ke lokasi penelitian. Gempa lain yang terjadi lebih dekat ke lokasi penelitian yaitu ± 4 km berkekuatan 6.4 skala Richter.

Simpulan

Penelitian yang telah dilakukan untuk mengidentifikasi keberadaan sesar dan geometrinya dengan metode geolistrik resistivitas di Selengen Kecamatan Kayangan Lombok Utara, dapat disimpulkan bahwa metode geolistrik 2D ampuh untuk memetakan sesar-sesar mikro dan geometrinya. Nilai resistivitas yang diperoleh di daerah penelitian sekitar 113 - 386 ohm-m. Nilai tersebut kami interpretasikan sebagai lapisan paling atas adalah aluvial yang berisi abu vulkanik, lapili, dan tufa yang berada pada kedalaman 0 - 7 m. Strata lapisan tersebut meliputi Formasi Aluvial dan Formasi Lekopiko. Lapisan selanjutnya memiliki nilai resistivitas 245 - 1625 Ohm-m berupa batuan lapili dan lahar menempati kedalaman rata-rata 8 - 31 meter dan merupakan Formasi Lekopiko. Hasil analisis diskontinuitas nilai resistivitas di daerah penelitian menunjukkan bahwa sesar-sesar tersebut adalah sesar mikro ditandai dari geometri kecil yakni: lebar 15 sampai 25 meter, kedalaman rata-rata 16,8 meter dan kemiringan rata-rata 77° serta Strike 37° Timur Laut (N37E/77).

Daftar Pustaka

- [1] Sergey Smirnov, (2020), Negative Anomalies of the Earth's Electric Field as Earthquake Precursors, *Geosciences* 2020, 10, 10; doi:10.3390/geosciences10010010.
- [2] Heru Sri Naryanto. (2018). Analisis Patahan Bawah Permukaan Dari Pengukuran Geolistrik Untuk Antisipasi Bencana Gempa Di Kabupaten Grobogan. Tanggerang: *Jurnal Alami* (e-ISSN: 2548-8635), Vol. 2, No.2. BPPT
- [3] Gumilar Utamas Nugraha, (2014), Metode Geolistrik Resistivitas Konfigurasi Wenner untuk Menganalisis Aliran Rembesan (Seepage) di Bendungan Alam Wae Ela, Ambon, *Skripsi*, Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Pendidikan Indonesia.
- [4] Ashar Muda Lubis, Devika Christina Butarbutar, Suhendra, dan Rida Samdara, (2019), Investigasi Sudut Pergerakan Sesar Di Segmen Musi Kepahiang Dengan Menggunakan Metode Geolistrik Investigating Dip Angle Of Fault Movement In Musi Segment Using Resistivity Method, *Jurnal Meteorologi Dan Geofisika* Vol. 20 No. 2: 67 - 72
- [5] Dana Helmi Anggara, Kenneth Christian Nathanael, Bramasta Adya Dewanta, M Luthfan Fajri dan Rendra Rifaldi, (2017), Identifikasi Patahan Sebagai Upaya Mitigasi Kerusakan Bangunan Dan Infrastruktur Di Desa Pohgajih Kabupaten Blitar Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas Dan Gravitasi, *Proceeding, Seminar Nasional Kebumihan Ke-10 "Peran Penelitian Ilmu Kebumihan Dalam Pembangunan Infrastruktur Di Indonesia"* 13 - 14 September 2017; Grha Sabha Pramana.

- [6] Fuji-ta, K. and O. Ikuta. (2000). Resistivity Structure of The Central Part of The Yamasaki Fault Studied By The Multiple Electrodes Resistivity Method. *Earth Planets Space*, 52: 567-571. Tersedia di <http://terrapub.co.jp/journals/EPS/>
- [7] Syamsuddin, Lantu, Muh. Altin Massinai, dan Syaeful Akbar (2012), Identifikasi Sesar Bawah Permukaan Dengan Menggunakan Metoda Geolistrik Konfigurasi Wenner Di Sekitar Das Jene'berang, Kecamatan Parangloe, Kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan, *POSITRON*, Vol. II, No. 2, Hal. 33-39
- [8] Jefriyanto Utiya, As'ari, Seni HJ Tongkukut. (2015). *Metode Geolistrik Resistivitas Konfigurasi Wenner-Schlumberger Dan Konfigurasi Dipole-Dipole Untuk Identifikasi Patahan Manado Di Kecamatan Naaldua Kota Manado*. Manado: UNSRAT.
- [9] Muhamad Lutfi Ramadhan, Sevi Maulinadya Prawita, Nanda Wening Fatmasari, David Pinehas, dan Daniel Adipradipto, (nd.). *Identifikasi Bidang Patahan Sesar Lembang dengan Metode Electrical Resistivity Tomography untuk Mitigasi Bencana Gempa Bumi dan Longsor*, Teknik Geofisika, *FTTM*, Institut Teknologi Bandung, Indonesia.
- [10] Faisal Mamonto, As'ari, Ferdy, (2016), Identifikasi Patahan Manado Dengan Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas Konfigurasi Wenner-Schlumberger di Desa Watutumou II Kecamatan Kalawat Kabupaten Minahasa Utara, *Jurnal Ilmiah Sains Vol. 16 No. 2, Oktober*.
- [11] Hiden Hiden, Kirbani Sri Brotopuspito, Danang Sri Hadmoko, Franck Lavigne, Kim Boilot Airaksinen, Bachtiar W. Mutaqin, Nugroho D. Hananto, Lina Handayani, Yayat Sudrajat, and Wiwit Suryanto (2017). The Isopach Mapping Of Volcanic Deposits of Mount Samalas 1257 AD Based On The Values of Resistivity And Physical Properties. *Geosciences*, 7, 67 .
- [12] Hiden Hiden, Kirbani SB, Wiwit S, Danang SH. (2019). Analisis Dan Pemodelan Inversi Struktur Bawah Permukaan Berdasarkan Nilai Gravitasi Pulau Lombok. *Indonesian Physical Review*, vol 2 No. 1.
- [13] van der Pluijm, B.A. & S. Marshak. (1955). *Earth Structure: An Introduction to Structural Geology and Tectonics* (ed.). New York: W.W. Norton & Company, Inc.
- [14] Telford, W.M., Geldart, L.P. and Sheriff, R.E., (1990). *Applied Geophysics: Second Editon*, Cambridge University Press, USA.
- [15] Mangga, Amirudin, Suwarti, Gafoer, Sidarto. 1994. *Peta Geologi Pulau Lombok*. Dinas Pertambangan Mataram: Indonesia.