

PENGUKURAN RESISTIVITAS PADA DAERAH DUGAAN SUMBER PENYEBAB ANOMALI GEOMAGNETIK DI PULAU LOMBOK NTB

Bulkis Kanata¹⁾, Teti Zubaidah¹⁾, Widya Utama²⁾, Dwa Desa Warnana²⁾, Cipta Ramadani¹⁾

1. Electrical Engineering Dept. of Mataram University - INDONESIA
2. Physics Dept. of Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya - INDONESIA
(uqikanata@te.ftunram.ac.id; tetizubaidah@te.ftunram.ac.id)

Abstract

Regarding the results of the last research (Zubaidah et al., 2006), it could be interpreted that there are two possibilities of the source of geomagnetic anomaly in Lombok Island, i.e. a specific local structure composed by a quite large magnetic body or a local fault in this region that could be associated with a source of seismic hazard (especially earthquakes). An interesting profile could be estimated lie around the minimum geomagnetic anomaly ($8^{\circ}45'36''S$, $116^{\circ}1'48''E$) to the maximum one ($8^{\circ}43'48''S$, $116^{\circ}5'24''E$). Understanding the corresponding structure on that profile is very important - related to the possibility of the source of geomagnetic anomaly in Lombok Island - in order to get further information about potentially local fault in this region as a source of earthquakes hazard.

Geoelectric method with vertical electrical sounding (VES) configuration have been applied in this profile, on three VES points (i.e. one point between the minimum and the maximum geomagnetic anomaly (X_1 : $8^{\circ}46'42.9''S$, $116^{\circ}04'07.7''E$), and two other points outside (X_2 : $8^{\circ}46'03.3''S$, $115^{\circ}58'39.9''E$; which is on negative anomaly area) and (X_3 : $8^{\circ}42'11.6''S$, $116^{\circ}08'27.2''E$; which is on positive anomaly area).

The potency of X_1 as a critical zone has been shown, with the existence of resistivity contrast in this area, which its resistivity value between X_2 (very high resistivity; $\rho > 25,000 \Omega m$) and X_3 (very low resistivity; $\rho > 1 \Omega m$). This results lead to the potentially local fault in this region as a source of earthquakes hazard.

Key words: Geomagnetic anomaly, Vertical electrical sounding (VES), Resistivity

Abstrak

Berdasarkan hasil riset (Zubaidah dkk., 2006), telah dapat diperkirakan bahwa terdapat dua kemungkinan sumber/penyebab anomali geomagnetik di Pulau Lombok, yakni patahan lokal yang dapat diasosiasikan sebagai sumber bencana alam seismik (khususnya gempa bumi) dan struktur khusus setempat yang cukup besar yang tersusun atas bahan-bahan bersifat magnetik. Suatu profil menarik yang dapat diestimasi berada sekitar anomali geomagnetik minimum ($8^{\circ}45'36''S$, $116^{\circ}1'48''E$) sampai anomali geomagnetik maksimum ($8^{\circ}43'48''S$, $116^{\circ}5'24''E$). Pemahaman struktur yang sesuai pada profil tersebut sangat penting (berhubungan dengan kemungkinan sumber anomali geomagnetik di Pulau Lombok), sehingga dapat diperoleh informasi tentang potensi patahan lokal di daerah ini sebagai sumber bahaya gempa

Metode geolistrik dengan konfigurasi vertical electrical sounding (VES) telah diaplikasikan pada profil ini yang terdiri atas tiga titik VES (yaitu satu titik berada antara anomali geomagnetik minimum dan maksimum (X_1 : $8^{\circ}46'42.9''S$, $116^{\circ}04'07.7''E$), dan dua titik lainnya diluar (X_2 : $8^{\circ}46'03.3''S$, $115^{\circ}58'39.9''E$) yang berada pada daerah anomali geomagnetik negatif dan (X_3 : $8^{\circ}42'11.6''S$, $116^{\circ}08'27.2''E$) yang berada pada daerah anomali geomagnetik positif.

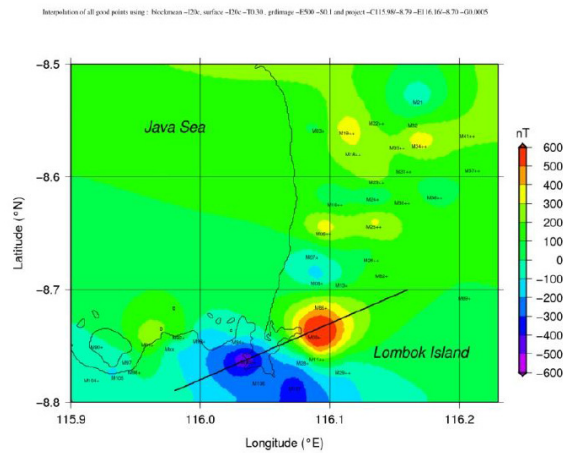
Potensi X_1 sebagai daerah kritis telah ditunjukkan dengan adanya kontras resistivitas pada daerah ini yang nilai resistivitasnya berada antara nilai resistivitas X_2 (resistivitas sangat tinggi; $\rho > 25.000 \Omega m$) dan X_3 (resistivitas sangat rendah; $\rho > 1 \Omega m$). Hasil-hasil ini menunjukkan potensi patahan lokal di daerah ini sebagai sumber bahaya gempa.

Kata kunci: Anomali geomagnetik, Vertical electrical sounding (VES), resistivitas

1. PENDAHULUAN

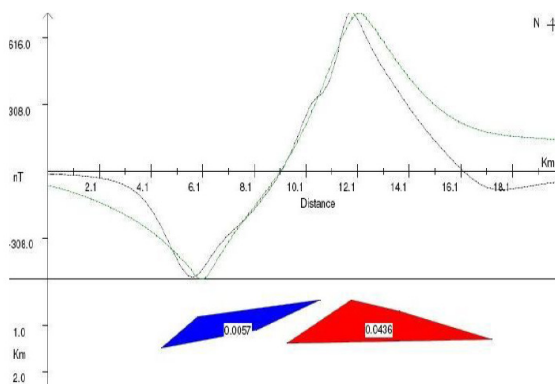
Hasil monitoring anomali geomagnetik di Pulau Lombok ditunjukkan pada **Gambar 1**, yang menunjukkan anomali intensitas tinggi berada pada daerah ini, dengan anomali maksimum sekitar 800 nT (Zubaidah dkk., 2006). Hasil ini merupakan penyempurnaan dari investigasi sebelumnya yang dilakukan di daerah sekitar Mataram, yang awalnya

mendapatkan anomali positif sekitar 70.000 nT dan negatif 26.400 nT (Zubaidah dkk., 2005a), dan setelah dilakukan pengukuran pada daerah yang lebih luas mendapatkan anomali minimum sekitar 560 nT dan maksimum 11.200 nT (Zubaidah dkk., 2005b; Kanata dkk., 2005). Kajian terdahulu menerapkan metode geolistrik (konfigurasi Wenner dan VES) dan georadar menghasilkan interpretasi potensial aquifer tinggi di bawah permukaan (Kanata dkk., 2006).



Gambar 1. Plot anomali geomagnetik 2D di Pulau Lombok (Zubaidah dkk., 2006)

Analisis lebih lanjut telah dilakukan dengan mengekstraksi profil gradient horizontal garis lurus yang menghubungkan struktur dipolar dari (-8.79°N, 115.98°E) sampai (-8.70°N, 116.16°E), yang diperlihatkan dengan garis lurus berwarna hitam pada **Gambar 1**, dan kemudian dua *forward modeling* telah dilakukan. Model pertama yang mengasumsikan bumi termagnetisasi dengan seragam atau ekuivalen dengan sebuah dipole sebagai sumber anomali, yang dapat diinterpretasi sebagai struktur lokal yang spesifik tersusun atas bodi magnetic yang sangat besar yang pusatnya berlokasi pada (-8.74°N, 116.07°E). Model kedua menggunakan *software Mag2dc* (Cooper, 2000), yang menghasilkan model lebih baik dengan asumsi dua bodi prisma dengan susceptibilitas yang berbeda seperti ditunjukkan pada **Gambar 2**. Hal ini dapat diinterpretasi sebagai patahan lokal yang berada pada daerah kedalaman sekitar 450 – 1500 m, yang dapat diassosiasikan potensial menjadi pemicu gempa bumi tektonik di wilayah ini.



Gambar 2. Keluaran *forward modeling* menggunakan *software Mag2dc*.

Gambar 2 menunjukkan keluaran *forward modeling* menggunakan *software Mag2dc*. dua buah bodi berdekatan dengan susceptibilitas yang berbeda, yang dapat diinterpretasi sebagai patahan lokal (Zubaidah dkk., 2006).

Penegasan mengenai hal ini memerlukan suatu investigasi khusus yang lebih dititikberatkan pada analisa distribusi resistivitas struktur tanah bawah permukaan, hal mana keberadaan suatu patahan dapat dicirikan dengan adanya kontras resistivitas antara titik pusat patahan dengan wilayah di luar patahan. Untuk memperoleh informasi mengenai hal tersebut, maka metode geolistrik dengan konfigurasi *Vertical Electrical Sounding* (VES) telah dilakukan.

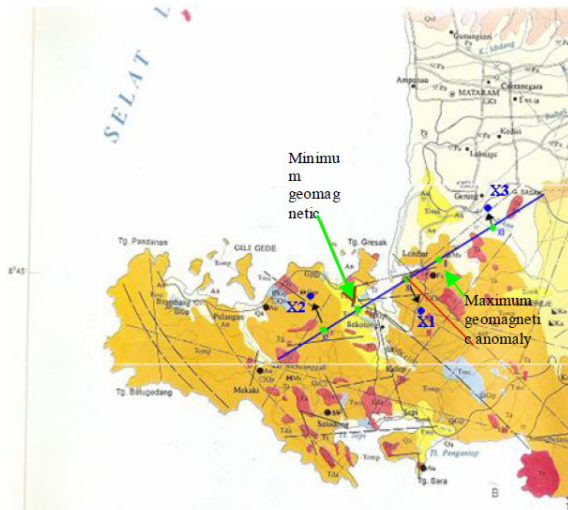
2. SURVEY GEOLISTRIK

Metode Geolistrik dengan konfigurasi *Schlumberger* telah diaplikasikan pada profil yang telah disebutkan di atas menggunakan Resistivitymeter Naniura NRD22S dengan spasi elektroda arus (AB/2) bervariasi dari 2.5 sampai 325 meter. Ada tiga titik VES yang dipilih, satu titik berada antara anomali geomagnetik minimum dan maksimum (X₁: 8°46'42.9"S, 116°04'07.7"E), dan lainnya di luar (X₂: 8°46'03.3"S, 115°58'39.9"E; yang merupakan daerah anomali negatif dan X₃: 8°42'11.6"S, 116°08'27.2"E; yang merupakan daerah anomali positif).



Gambar 3. Kondisi topografi rencana awal titik-titik VES (X₁, X₂ dan X₃). Titik A dan B masing-masing posisi anomali geomagnetik minimum dan maksimum

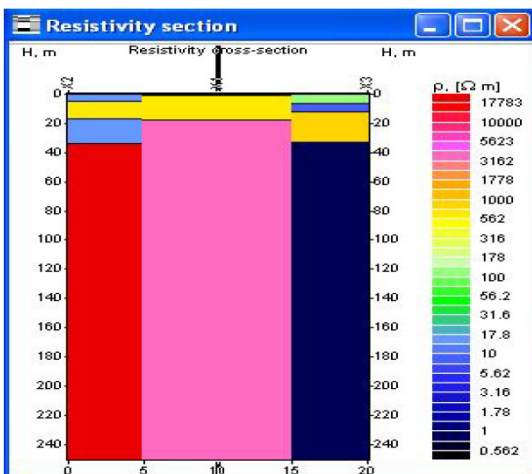
Secara aktual kondisi topografis ketiga titik VES pada **Gambar 3** sangat kompleks, tidak dapat dilakukan penarikan garis lurus secara ideal, sehingga harus digeser beberapa kilometer seperti ditunjukkan pada **Gambar 4**. Namun pergeseran ini tidak banyak mereduksi keakuratan hasil, karena penempatan titik-titik ini masih berdasarkan pertimbangan dasar (yakni X₁ harus antara anomali geomagnetik negatif dan positif).



Gambar 4. Lokasi titik VES X₁, X₂ dan X₃ pada peta geologi Pulau Lombok; garis biru profil yang diekstrak dari Gambar 1, panah hitam menunjukkan arah pergeseran lokasi VES dari rencana awal

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengolahan data dalam bentuk peta iso-resistivitas seperti ditunjukkan pada **Gambar 4**, dengan jelas diperlihatkan bahwa pada titik VES X₁, dari permukaan sampai kedalaman sekitar 30m terdiri atas tiga lapisan. Lapisan pertama berwarna hitam memiliki resistivitas sangat rendah ($0.287 \Omega\text{m}$), yang dapat diasosiasikan dengan kondisi setempat sebagai daerah permukaan rendah di mulut sungai yang dekat dengan laut. Lapisan kedua berwarna merah jambu berada dibawah 17.33 m, memiliki nilai resistivitas $4,052 \Omega\text{m}$, yang dapat diasosiasikan sebagai lapisan kerikil (<http://www.sankosha-usa.com/pdf/san-earth-tech.pdf>).



Gambar 5. Peta iso-resistivitas ketiga titik VES (X₁, X₂ dan X₃)

Adapun titik VES X₂ (yang berada pada daerah anomali negatif) dan titik VES X₃ (yang berada pada daerah anomali positif) untuk lapisan permukaan tanah sampai dengan kedalaman 30 meter pada dasarnya memiliki struktur yang hampir sama. Pada bagian permukaan (satu lapis pada titik X₂ dengan citra warna biru muda, dan dua lapis pada titik X₃ dengan citra warna hijau muda dan biru muda), memiliki nilai resistivitas berkisar antara 10 – 100 Ohm meter, yang dapat diasosiasikan sebagai lapisan tanah (<http://www.sankosha-usa.com/pdf/san-earth-tech.pdf>). Lapisan di bawahnya dengan citra warna kuning, memiliki nilai resistivitas berkisar 500 – 1.000 Ohm meter, yang dapat diasosiasikan sesuai kondisi setempat sebagai batuan kapur berpori-pori (<http://www.cflhd.gov/agm/geoApplications/SurfaceMethods/93ElectricalMethods.htm>). Lapisan ini berkelanjutan mulai dari titik X₂ sampai dengan titik X₃ melalui titik VES X₁ secara hampir segaris horizontal.

Selanjutnya lapisan paling dalam pada titik X₂ dengan citra warna merah memiliki nilai resistivitas yang sangat tinggi ($\rho > 25.000 \Omega\text{m}$), yang dapat diasosiasikan sebagai lapisan batuan malihan. Sedangkan lapisan paling dalam pada titik X₃ dengan citra warna hitam memiliki nilai resistivitas yang sangat rendah ($\rho > 1 \Omega\text{m}$), yang dapat diasosiasikan sebagai lapisan mineral konduktif/logam. Adapun sounding titik X₁ pada kedalaman tersebut memiliki nilai resistivitas yang berada diantara nilai resistivitas sounding titik X₂ dan titik sounding X₃. Hasil yang demikian ini sebagaimana yang diharapkan, mengingat hipotesa titik X₁ sebagai daerah pusat patahan menghendaki adanya kontras resistivitas terjadi pada titik tersebut (Unsworth dan Bedrosian, 2004).

4. KESIMPULAN

Potensi titik X₁ sebagai daerah pusat patahan telah dapat ditunjukkan yakni kontras resistivitas terjadi pada titik ini, yang nilainya terletak antara nilai resistivitas titik X₂ (very high resistivity; $\rho > 25.000 \Omega\text{m}$) dan titik X₃ (very low resistivity; $\rho > 1 \Omega\text{m}$). Hasil-hasil ini menunjukkan patahan lokal di daerah ini yang potensi sebagai sumber bahaya gempa.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Cooper, G. (2000): MAG2DC for Windows user's manual (version 2.10). Geophysical Department, University of the Witwatersrand, Johannesburg, South Africa.
- [2]. Kanata, B.; Zubaidah, T.; Utama, W.; Warnana, D.D.; Arumdati, N. (2005): *Pengukuran resistivitas menggunakan metode geolistrik*

- tahanan jenis pada lokasi anomali magnetic rendah di kota Mataram, Makalah Seminar - SEMAG IV, FMIPA Undip, Semarang.*
- [3]. Kanata, B.; Zubaidah, T.; Utama, W.; Arumdati, N (2006): *Pengembangan metodologi elektromagnetik dan aplikasinya untuk evaluasi sumber anomali magnetik bumi: Kajian tentang potensi Sumber Daya Alam di kota Mataram pulau Lombok propinsi Nusa Tenggara Barat, Laporan akhir penelitian - PRSD MIPA tahun 2006, Jurusan Elektro FT-Unram.*
- [4]. Unsworth, M.; Bedrosian, P. A. (2004): *Electrical resistivity structure at the SAFOD site from magnetotelluric exploration*, Geophysical Research Letters, Vol. 31, L12S05.
- [5]. Zubaidah, T.; Kanata, B.; Arumdati, N. (2005a): *Pemanfaatan metode geolistrik untuk penentuan sumber anomali geomagnet di kota Mataram, pulau Lombok, provinsi NTB, Jurnal Teknologi, Edisi No. 3, Tahun XIX, hal. 230-237.*
- [6]. Zubaidah, T.; Kanata, B.; Utama, W.; Warnana, D.D.; Sulhaini (2005b): *Evaluasi hasil pengukuran anomali geomagnet di pulau Lombok Nusa Tenggara Barat dan analisis hubungannya dengan anomali gravitasi serta tafsiran geologis lokal, Makalah Seminar - SEMAG IV, FMIPA Undip, Semarang.*
- [7]. Zubaidah, T.; Kanata, B.; Nurhandoko, B. E. B.; Bijaksana, S. (2006): *Pemantauan keberadaan anomali geomagnet ekstrem di pulau Lombok NTB: Penentuan pola variasi anomaly geomagnet untuk prediksi terjadinya gempa tektonik di daerah patahan, Laporan akhir penelitian - Hibah Pekerti tahun 2006, Jurusan Elektro FT-Unram.*
- [8]. <http://www.sankosha-usa.com/pdf/san-earth-tech.pdf>.
- [9]. <http://www.cflhd.gov/agm/geoApplications/SurfaceMethods/93ElectricalMethods.htm>.