

IDENTIFIKASI STRUKTUR BAWAH PERMUKAAN MENGGUNAKAN METODE MAGNETIK DI KECAMATAN SAMBELIA KABUPATEN LOMBOK TIMUR

IDENTIFICATION OF SUBSURFACE STRUCTURES USING MAGNETIC METHOD IN SAMBELIA SUB-DISTRICT, EAST LOMBOK REGENCY

NURFITRIANINGSI¹, SUHAYAT MINARDI²

¹ Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mataram.
Jalan Majapahit No. 62 Mataram, Lombok, Nusa Tenggara Barat,
email: nurfitrianingsi28@gmail.com.

² Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mataram. email:

Abstrak

Kecamatan Sambelia merupakan wilayah dengan morfologi perbukitan yang terjal dan terdiri dari batuan gunung api tak terpisahkan ($Q_{hv(p,n,r)}$) dan Aluvium (Q_a). Daerah ini merupakan salah satu wilayah yang dilintasi oleh garis indikasi sesar berdasarkan peta geologi menurut N. Suratno. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis batuan dan struktur (sesar, lipatan, kekar, dan intrusi) di Kecamatan Sambelia menggunakan data geomagnet. Pengambilan data dilakukan secara *looping* pada 129 titik yang tersebar di daerah penelitian dengan jarak antar titik 300 meter. Pengolahan data diawali dengan koreksi harian dan IGRF untuk memperoleh anomali medan magnet total, selanjutnya dilakukan pemisahan anomali (anomali regional dan residual), kemudian reduksi ke kutub lalu diperoleh model dua dimensi menggunakan Oasis Montaj 6.4.2. Hasil penelitian diperoleh tiga jenis lapisan batuan yaitu Lempung pasir, Breksi, dan Lava. Serta ditemukannya dua jenis struktur yaitu lipatan jenis sinklin dan sesar atau patahan turun (*normal fault*). Sesar turun tersebut ditemukan pada kedalaman berkisar 125,57 meter – 450 meter.

Kata kunci : Sambelia, Batuan, Struktur, Geomagnet, Sesar, Sinklin

Abstract

Sambelia district is a region with steep hills morphology and consists of inseparable volcanic rocks ($Q_{hv(p,n,r)}$) and alluvium (Q_a). This area is one of the regions crossed by fault indication lines based on geological maps according to N. Suratno. This study aims to determine the type of rock and structure (faults, folds, stocky, and intrusion) in the District of Sambelia using geomagnetic data. Data collection was done by looping at 129 points spread over the research area with a distance of 300 meters between points. Data processing begins with daily correction and IGRF to obtain total magnetic field anomalies, then separation of anomalies (regional and residual anomalies), then reduction to the poles, and then obtaining a two-dimensional model using Oasis Montaj 6.4.2. The results obtained three types of rock layers sandy clay, breccia, and Lava. And the discovery of two types of structures, namely Syncline type folds and normal faults. The descending fault was found at depths ranging from 125.57 meters – 450 meters.

Keywords: Sambelia, Rock, Structure, Geomagnetic, Fault, Syncline.

PENDAHULUAN

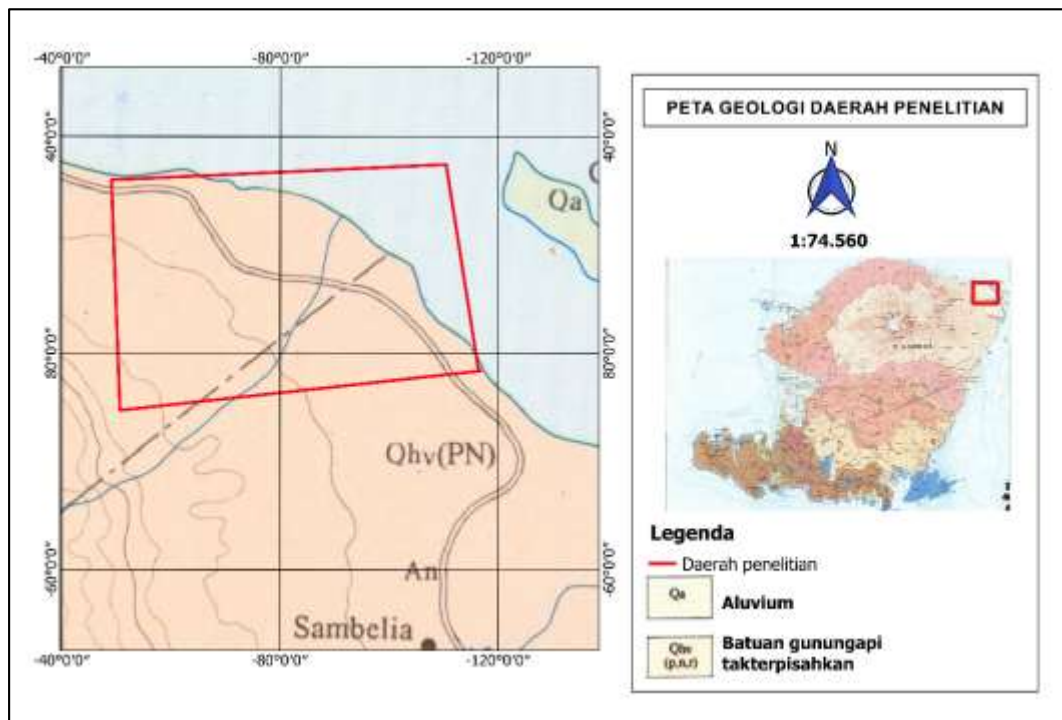
Pulau Lombok merupakan pulau yang terletak pada pertemuan Lempeng Eurasia dengan Lempeng Indo-Australia. Pertemuan lempeng inilah yang menjadi pemicu teraktifasinya sesar-sesar yang melintasi sebagian besar wilayah yang ada di Pulau Lombok. Apabila sesar ini aktif, maka daerah-daerah yang dilewatinya akan menjadi rawan terjadinya bencana gempa bumi (Kertapati, 2006). Energi yang dilepaskan menyebabkan gerakan yang cepat pada sesar aktif yang merupakan penyebab utama gempa bumi (Tingley dan Pizarro, 2000). Berbicara tentang sesar, Kecamatan Sambelia merupakan salah satu wilayah yang dilintasi oleh indikasi garis sesar yaitu menurut peta geologi (N. Suratno, 1994). Adanya garis indikasi sesar tersebut maka memungkinkan bahwa terdapat sesar-sesar yang berada daerah penelitian. Keberadaan sesar ini sangat berkaitan erat dengan kejadian gempa bumi, dimana jika daerah tersebut dilintasi oleh garis sesar maka akan rawan terhadap gempa bumi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis batuan dan struktur (sesar, lipatan, kekar, dan intrusi) di Kecamatan Sambelia menggunakan data geomagnet.

Untuk mengetahui jenis struktur bawah permukaan daerah tersebut, digunakan metode geomagnet. Hal ini karena metode ini mempunyai kelebihan yaitu pengukuran yang relative mudah dilakukan, akumulasi data berkecepatan tinggi pada daerah penelitian yang relative luas dan waktu yang relative cepat (Heryanto, 2015). Pada prinsipnya metode geomagnet mengukur nilai suseptibilitas batuan. Dalam pemodelan metode ini, berkaitan dengan jarak dan kedalaman, pengolahan data lebih detail serta sensitive terhadap perubahan nilai kuat medan magnet secara vertikal. Sehingga cocok untuk survei pendahuluan untuk mendeteksi struktur bawah permukaan.

Keadaan Geologi

Daerah Sambelia tersusun atas batuan gunung api tidak terpisahkan ($Qh_{v_{p,n,r}}$) dan alluvium (Qa). Formasi batuan ($Qh_{v_{p,n,r}}$) terdiri dari lava, breksi dan tuf, yang merupakan hasil dari aktivitas gunung api Pusuk-Nangi ($Qh_{v_{pn}}$) dan

Rinjani (Qhvr) yang tidak terpisahkan. Formasi alluvium (Qa) terdiri atas kerakal, kerikil, pasir, Lempung, gambut, dan pecahan koral, seperti pada gambar 1 berikut.



Gambar 1. Peta Geologi daerah penelitian

MATERI DAN METODE

Variasi harian

Variasi harian atau koreksi harian adalah variasi medan magnet yang sebagian bersumber dari medan magnet luar. Variasi harian disebabkan oleh adanya efek sinar matahari selama satu hari (Telford, dkk, 1990). Persamaan koreksi harian dapat dituliskan dengan

$$\Delta H_r = \frac{t_n - t_{awal}}{t_{akhir} - t_{awal}} (H_{akhir} - H_{awal}) \quad (1)$$

Dimana

t_n = waktu pada titik n

t_{awal} = waktu pada titik awal

t_{akhir} = waktu pada titik akhir

H_{akhir} = Nilai medan magnet di titik akhir

H_{awal} = Nilai medan magnet di titik awal

Koreksi *International Geomagnetic Reference Field*

Bidang IGRF adalah model matematika yang disepakati secara internasional dan digunakan secara luas sebagai medan magnet utama dari dalam bumi. Perubahan nilai IGRF dapat diantisipasi dengan memperbaharui dan menetapkan nilai intensitas medan magnetik utama bumi setiap lima tahun sekali. Tujuan utama melakukan koreksi IGRF adalah untuk menghilangkan variasi medan magnet internal bumi sehingga diperoleh medan magnet anomaly (Kearey, dkk., 2002). Data hasil pengukuran medan magnet pada dasarnya adalah kontribusi dari tiga komponen dasar, yaitu medan magnet utama bumi, medan magnet luar, dan anomali medan magnet. Sehingga dapat diperoleh nilai anomali medan magnetnya dengan persamaan sebagai berikut

$$H_A = H_T - \Delta H_r - H_{IGRF} \quad (2)$$

Dimana H_A adalah anomali medan magnet dalam nT, H_T adalah nilai medan magnet total dalam nT, ΔH_r adalah nilai variasi harian dalam nT, dan H_{IGRF} adalah nilai IGRF dalam nT.

Reduksi ke kutub

Reduksi ke kutub merupakan salah satu transformasi yang digunakan dalam proses interpretasi data magnetik. Transformasi ini dilakukan karena adanya perbedaan nilai inklinasi dan deklinasi dari setiap daerah, sehingga medan magnet dari tempat pengukuran menjadi medan magnet di kutub utara magnet (Dafiqiy, 2012). Reduksi ke kutub dilakukan untuk merubah kutub yang awalnya *dipole* menjadi *monopole*.

$$\Delta T (k)^* = |k|^2 \frac{\Delta T (k)^*}{B^2} \quad (3)$$

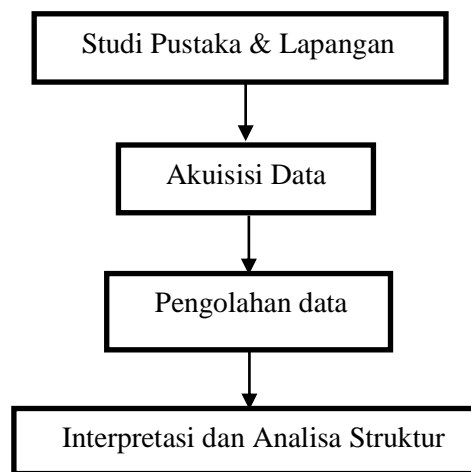
Dengan tanda bintang menunjukkan representasi domain bilangan gelombang dari masing-masing anomali, k adalah bilangan gelombang radial, dalam koordinat kartesius $k = (k_x^2 + k_y^2)^{1/2}$, dimana k_x dan k_y adalah bilangan gelombang dalam arah x dan y .

$$B = \frac{1}{[ikx \cos I \cos D - iky \cos I \sin D + k \sin I]} \quad (4)$$

dimana I adalah inklinasi dan D adalah deklinasi medan utama dan besaran trigonometri mewakili arah cosinus di utara, timur dan selatan.

Metode Penelitian

Pada penelitian ini menggunakan *Proton Procession Magnetometer* (PPM) GSM 19 v.7 untuk mengukur nilai kuat medan magnet bumi, GPS, alat tulis, dan beberapa *software* seperti Microsoft Office Excel 2019, Oasis Montaj 6.4.2, QGIS 2.18, Google Earth Pro, dan Surfer 13. Pengambilan data meliputi tiga desa di Kecamatan Sambelia (Desa Belanting, Darakunci, dan Sugian) yaitu sebanyak 129 titik ukur dengan spasi 300 meter antar titik. Diagram tahapan penelitian dapat dilihat pada gambar 2 berikut.



Gambar 2. Tahapan Penelitian

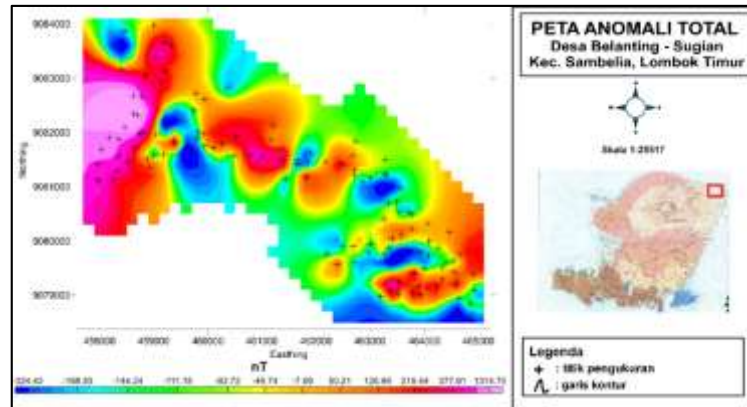
Analisis Data

Metode analisis data dilakukan dengan interpretasi data kualitatif dan kuantitatif serta analisis struktur. Interpretasi kualitatif didasarkan pada pola kontur anomali medan magnetik yang bersumber dari distribusi benda-benda termagnetisasi dibawah permukaan bumi, sedangkan untuk Interpretasi kuantitatif dilakukan berdasarkan nilai suseptibilitas batuan, kemudian melihat kedalaman batuan dan jenis-jenis batumannya, interpretasi kuantitatif bertujuan untuk menentukan model dan kedalaman benda anomali dan struktur geologi. Analisa struktur dilakukan dengan melihat hasil pemodelan yang telah dibuat menggunakan Oasis Montaj 6.4.2. Dari pemodelan yang telah dibuat, diidentifikasi jenis struktur yang terdapat di pemodelan tersebut seperti sesar/patahan, kekar, lipatan, maupun intrusi. Hal ini dapat dilihat dari pemodelan yang telah dibuat apakah ada blok

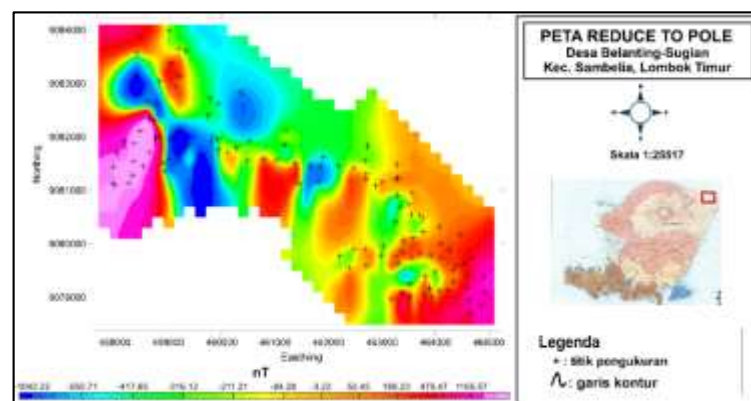
batuan yang menurun, bergeser ke bawah ataupun ke atas.

HASIL DAN DISKUSI

Dari pengolahan data awal yang telah dilakukan, maka diperoleh hasil akhir nilai anomali magnetik total. Nilai anomali magnetik total merupakan gabungan dari anomali regional dan residual, sehingga informasi mengenai bagian yang dalam dan dangkal masih tergabung. Medan magnet hasil pengukuran dan koreksi yang dihasilkan masih berupa *dipole*, koreksi tersebut tidak dapat menunjukkan benda penyebab anomali secara tepat. Reduksi ke kutub bertujuan untuk menempatkan daerah-daerah dengan anomali maksimal berada tepat di atas benda penyebab anomali. Reduksi ke kutub dilakukan dengan cara mengubah parameter medan magnet bumi pada daerah penelitian yang memiliki nilai rata-rata deklinasi sebesar $0,8351^\circ$ dan inklinasi sebesar $-32,3296^\circ$, menjadi kondisi di kutub yang memiliki nilai deklinasi 0° dan inklinasi 90° , sehingga arah medan magnet yang awalnya *dipole* menjadi *monopole*. Berdasarkan Gambar 3 dibawah ini, terlihat adanya perbedaan nilai anomali magnetik sebelum di reduksi ke kutub dan setelah di reduksi ke kutub mengalami peningkatan karena sudah bersifat monopole. Medan magnet anomali dipengaruhi oleh medan magnet remanen dan medan magnet induksi yang apabila reduksi ke kutub kedua medan magnet ini akan searah, maka nilai anomali magnetik akan bertambah besar, begitu pula sebaliknya.



(a)

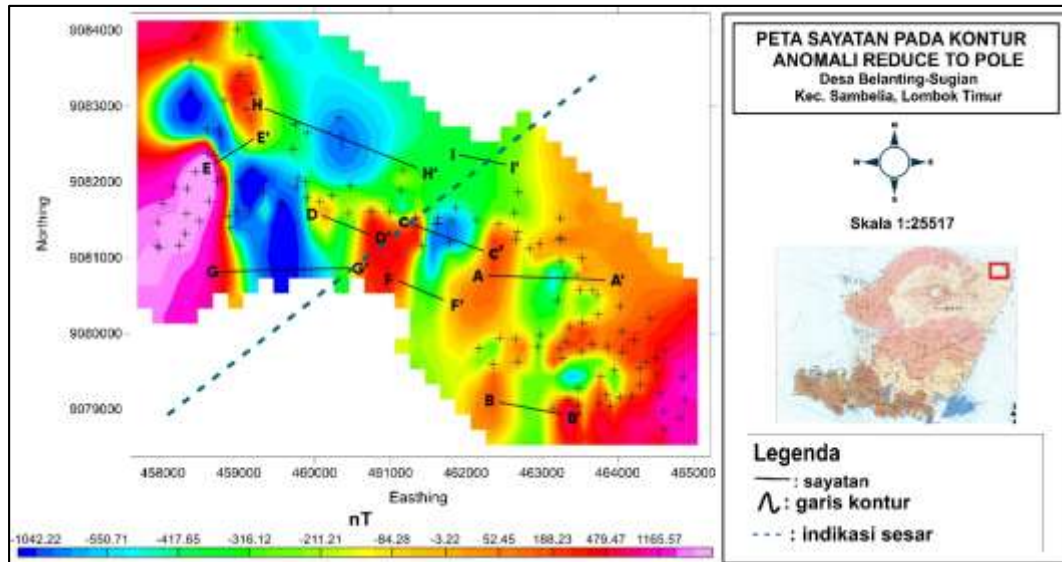


(b)

Gambar 3 (a) Peta anomali magnet total ; (b) Peta anomali setelah dilakukan reduksi ke kutub

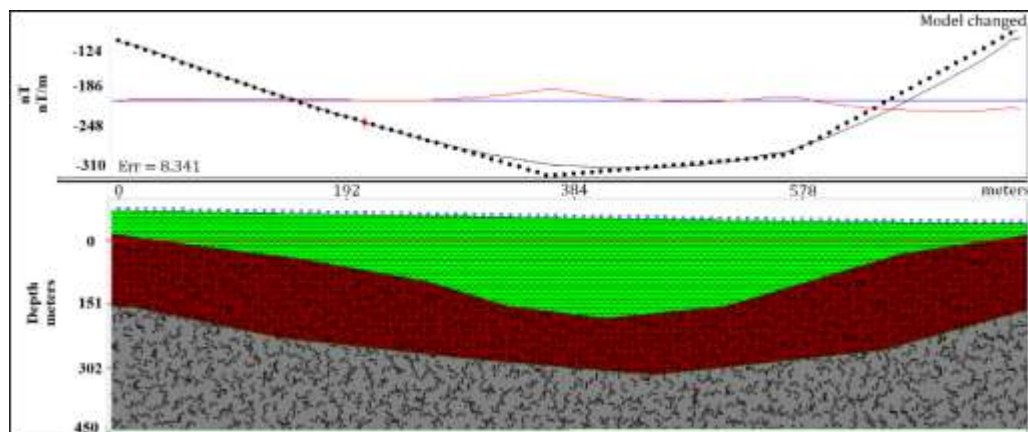
Pemodelan 2D

Berdasarkan penelitian tentang identifikasi struktur bawah permukaan menggunakan metode magnetik di Kecamatan Sambelia Kabupaten Lombok Timur, dengan pengukuran medan magnet di lapangan yang bertujuan untuk mengetahui litologi batuan dan jenis struktur di lokasi penelitian. Setelah dilakukan pengolahan data serta pembuatan sayatan-sayatan pada peta kontur anomali reduksi ke kutub seperti pada gambar 4.



Gambar 4. Peta sayatan pada kontur anomali *reduce to pole*

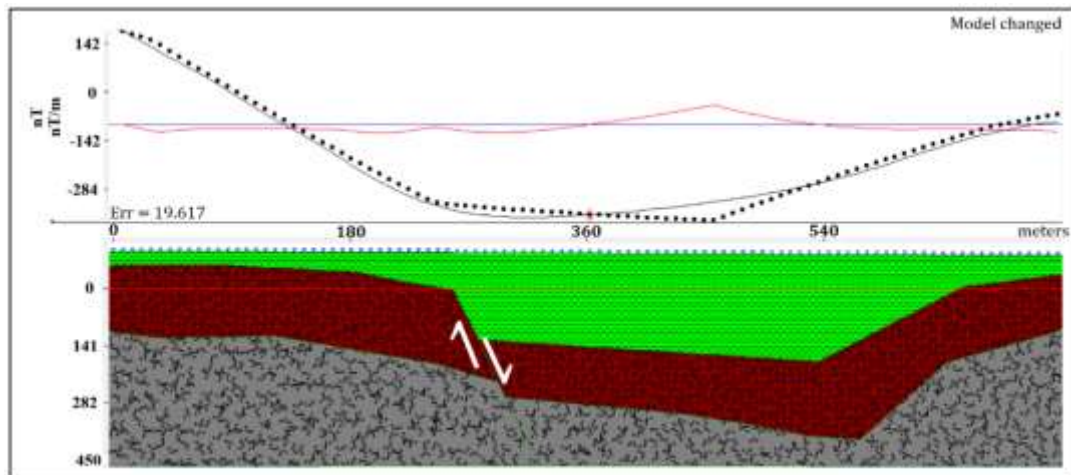
Dari sayatan-sayatan yang telah dibuat, maka diperoleh pemodelan 2 dimensi yang menunjukkan jenis batuan dan struktur yang terdapat di daerah penelitian seperti pada gambar 5. dibawah ini.



Gambar 5. Hasil pemodelan 2D pada sayatan AA'

Dari hasil sayatan AA' dibuat model struktur/strata lapisan bawah permukaan dengan kedalaman 447,27 meter. Hasil pemodelan pada sayatan AA' menunjukkan adanya 3 lapisan batuan. Lapisan pertama memiliki nilai suseptibilitas sebesar 0,035 dalam SI yang merupakan lapisan lempung pasiran hasil pelapukan batuan breksi. Batuan ini berada pada kedalaman 0 m – 206,58 m. Lapisan kedua memiliki nilai suseptibilitas 0,087 dalam SI yang merupakan lapisan batuan breksi. Batuan ini berada pada kedalaman 0 m – 316 m. Lapisan ketiga memiliki nilai suseptibilitas 0,099 dalam SI yang merupakan lapisan batuan lava. Batuan ini berada pada

kedalaman 160,06 m – 447,27 m. Dari pemodelan sayatan AA' tidak ditemukan adanya sesar, akan tetapi terdapat jenis struktur geologi lainnya yaitu berupa sinklin. Hal ini berbeda dengan sayatan CC' pada gambar 6 di bawah ini.



Gambar 6. Hasil Pemodelan 2D pada sayatan CC'

Berdasarkan hasil pemodelan 2D pada gambar 5.3 sayatan CC', menunjukkan adanya tiga lapisan batuan yaitu lapisan pertama memiliki nilai suseptibilitas sebesar 0,025 dalam SI yang merupakan lapisan lempung pasir. Batuan ini berada pada kedalaman 0 m – 179,29 m. Lapisan kedua memiliki nilai suseptibilitas 0,079 dalam SI yang merupakan lapisan batuan breksi. Batuan ini berada pada kedalaman 0 m – 231 m. Lapisan ketiga memiliki nilai suseptibilitas 0,101 dalam SI yang merupakan lapisan batuan lava. Batuan ini berada pada kedalaman 105,60 m – 441,97 m. Berdasarkan teori dari (Massinai, 2013), pada lapisan kedua terdapat sesar turun atau *normal fault*, dimana sesar ini ditandai dengan adanya pergerakan relatif ke bawah dari blok batuan breksi di pemodelan 2D sayatan CC' pada kedalaman 125,57 m – 374 m. Hal ini juga diperkuat dengan adanya indikasi sesar yang melintasi sayatan CC' menurut peta Lembar Geologi NTB (N. Suratno, 1994) yang telah di overlay dengan kontur anomali medan magnet seperti pada gambar 4.

Berdasarkan informasi geologi dan hasil pemodelan 2D yang telah dilakukan, diperoleh adanya lima lokasi yang menunjukkan adanya sesar turun di daerah penelitian, seperti yang terlihat pada tabel 5.1 nilai suseptibilitas batuan dari sayatan AA' hingga II'.

Tabel 1. Nilai suseptibilitas batuan di daerah penelitian

Sayatan	Litologi batuan	Suseptibilitas (SI)	Kedalaman (m)	Keterangan struktur
AA'	Lempung pasiran	0,035	0-206,58	sinklin
	Breksi	0,087	0-316	
	Lava	0,099	160,06-450	
BB'	Lempung pasiran	0,033	0-154,19	sinklin
	Breksi	0,076	0-321,73	
	Lava	0,092	154-450	
CC'	Lempung pasiran	0,025	0-179,29	Terdapat sesar turun pada blok batuan breksi yang turun dari kedalaman 125.57-374 m
	Breksi	0,079	0-231	
	Lava	0,101	105,60-450	
DD'	Lempung pasiran	0,025	0-150.92	sinklin
	Breksi	0,085	0-336,86	
	Lava	0,100	182,57-450	
EE'	Lempung pasiran	0,03	0-174	Terdapat sesar turun pada blok batuan breksi yang turun dari kedalaman 165-330 m
	Breksi	0,089-0,095	0-286,11	
	Lava	0,11	188,33-450	
FF'	Lempung pasiran	0,015	0-279,89	Terdapat sesar turun pada blok batuan breksi yang turun dari kedalaman 233-430 m
	Breksi	0,053	0-430	
	Lava	0,060	83,55-450	
GG'	Lempung pasiran	0,017	0-341,57	Terdapat sesar turun pada blok batuan breksi yang turun dari kedalaman 346,14 - 450 m
	Breksi	0,080-0,06	0-275,23	
	Lava	0,06	0-450	
HH'	Lempung pasiran	0,017	0-383	Terdapat sesar turun pada blok batuan breksi yang turun dari kedalaman 325,76-450 m
	Breksi	0,12-0,17	0-311	
	Lava	0,27	180-450	
II'	Lempung pasiran	0,003	0-302,82	-
	Breksi	0,052	81,81-427,73	
	Lava	0,093	238,30-450	

KESIMPULAN

1. Hasil pemodelan 2 dimensi di daerah penelitian menunjukkan tiga jenis lapisan batuan yang mempunyai rentang nilai susceptibilitas 0,003 – 0,03 SI untuk batuan lempung pasir, 0,052 – 0,17 SI untuk batuan breksi, dan 0,06 – 0,27 SI untuk batuan lava.
2. Jenis struktur yang terdapat di daerah penelitian ada dua jenis, yaitu lipatan sinklin dan sesar turun.

UCAPAN TERIMAKASIH

Kami sampaikan terima kasih kepada dosen pembimbing dan semua teman-teman yang telah membantu dalam riset ini, khususnya teman diskusi.

DAFTAR PUSTAKA

- Dafiqiy, 2012, Pemodelan Struktur Bawah Permukaan Daerah Sumber Air Panas Songgoriti Kota Batu Berdasarkan Data Geomagnetik, Skripsi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, Malang.
- Hermawan, D., Bakti, S., dan Suhayat, M, 2020, Identifikasi patahan di desa taman ayu kecamatan gerung kabupaten Lombok barat menggunakan metode geomagnet, Jurnal geofisika eksplorasi, Vol. 6 (02).
- Kearey, P., Brooks, M., & Hill, I. (2002). An Introduction to Geophysical Exploration (3 ed.). Blackwell Science.
- Massinai., M.A., 2015, Geomorfologi Tektonik, Pustaka Ilmu, Yogyakarta.
- N. Suratno, 1994, Peta Geologi dan Potensi Bahan Galian, Nusa Tenggara Barat. Mataram.
- Telford., W. M., Geldart, L. P. dan Sheriff., R. E, 1990. Applied Geophysics 2nd Edition, Cambridge University Press.
- Tingley., J.V. dan Pizarro., K.. A, 2000, Traveling America's loneliest road: a geologic and natural history tour, *Nevada Bureau of Mines and Geology Special Publication*, vol. 26, p. 132, ISBN 978-1-888035-05-6.