

IDENTIFIKASI STRUKTUR PATAHAN DI KABUPATEN PANGANDARAN DAN SEKITARNYA BERDASARKAN DATA ANOMALI MAGNETIK

Fatina Adiltha, Muhardi*, Radhitya Perdhana

*Program Studi Geofisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Tanjungpura, Pontianak
Jalan Prof. Dr. H. Hadari Nawawi, Pontianak, 78124, Indonesia
email: muhardi@physics.untan.ac.id*

ABSTRAK

Kabupaten Pangandaran dan sekitarnya berada di Provinsi Jawa Barat bagian selatan, dan merupakan daerah rawan gempa bumi. Hal ini disebabkan karena daerah tersebut terdapat banyak patahan (sesar) dan berada di atas formasi geologi yang relatif muda. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi struktur patahan di Kabupaten Pangandaran dan sekitarnya berdasarkan data anomali magnetik. Data yang digunakan dalam penelitian diperoleh dari hasil digitasi lembar anomali magnetik yang berasal dari Pusat Survei Geologi, Bandung. Keberadaan sesar diidentifikasi menggunakan dua filter analisis derivatif, yaitu First Horizontal Derivative (FHD) dan Second Vertical Derivative (SVD). Hasil penelitian menunjukkan bahwa anomali magnetik reduksi ke kutub sebesar -646,3 nT hingga 780,1 nT dan anomali magnetik residual sebesar -723,3 nT hingga 542,4 nT. Hasil interpretasi menunjukkan struktur geologi bawah permukaan pada sayatan A-A' terdapat dua sesar normal dan struktur lipatan antiklin, pada sayatan B-B' terdapat empat sesar normal dan satu sesar naik, pada sayatan C-C' terdapat tiga sesar normal dan satu sesar naik, dan pada sayatan D-D' terdapat dua sesar normal, tiga sesar naik, serta struktur lipatan berupa antiklin dan sinklin.

Kata Kunci: Anomali magnetik; First Horizontal Derivative; Second Vertical Derivative; Patahan

ABSTRACT

[Title: Identification of Fault Structure in Pangandaran Regency and Its Surroundings Based on Magnetic Anomaly Data] Pangandaran Regency and its surroundings are located in the southern part of West Java Province, and is an earthquake-prone area. This is because the area has many faults and is above a relatively young geological formation. This study aims to identify fault structures in Pangandaran Regency and its surroundings based on magnetic anomaly data. The data used in the study were obtained from the digitation of magnetic anomaly sheets of the Geological Survey Center, Bandung. The presence of faults was identified using two derivative analysis filters, namely First Horizontal Derivative (FHD) and Second Vertical Derivative (SVD). The results showed that the magnetic anomaly of reduction to the pole was -646.3 nT to 780.1 nT and the residual magnetic anomaly was -723.3 nT to 542.4 nT. The interpretation results show that the subsurface geological structure in slice A-A' has two normal faults and fold structures as anticlines, in slice B-B' there are four normal faults and a thrust fault, in slice C-C' there are three normal faults and a thrust fault, and in slice D-D' there are two normal faults, three thrust faults, and fold structures as anticlines and synclines.

Keywords: Magnetic anomaly; First Horizontal Derivative; Second Vertical Derivative; Fault

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan tempat bertemunya tiga lempeng tektonik yang saling berinteraksi. Lempeng Indo-Australia terletak di selatan dan menunjam ke bawah Lempeng Eurasia dan bergerak ke utara dengan kecepatan 7,5 cm/tahun, sedangkan Lempeng Pasifik di sebelah timur bergerak dengan kecepatan 10,5 cm/tahun ke arah barat (Hamilton dkk., 1979). Berdasarkan kondisi tersebut, Indonesia memiliki tatanan tektonik yang kompleks, sehingga berpotensi terjadinya gempa bumi. Berdasarkan riwayat gempabumi, beberapa jalur sesar yang teridentifikasi merupakan sesar aktif, antara lain Sesar Cireuni-Tanjung Sari, Sesar Jati, Sesar

Lembang, dan Sesar Legok-Kole (Marjiyono dkk., 2008). Identifikasi struktur sesar aktif yang menjadi sumber gempa terutama di dekat kota-kota besar merupakan faktor yang sangat penting dalam memprediksi risiko gempa untuk melindungi kehidupan masyarakat sekitar dan hasil pembangunan.

Kabupaten Pangandaran dan sekitarnya berada di Provinsi Jawa Barat bagian selatan, dan merupakan daerah subduksi dua lempeng besar menjadikan wilayah ini rawan gempa bumi karena terdapat banyak patahan atau sesar (Marjiyono dkk., 2008). Bencana geologi gempa bumi, tanah longsor, banjir, dan letusan gunung api tergolong rentan di bagian

timur laut. Salah satunya adalah terjadinya gempa bumi tektonik dengan magnitudo 7,7 di Pangandaran pada tanggal 17 Juli 2006. Hal ini disebabkan karena pantai Pangandaran merupakan daratan terdekat dengan episentrum.

Salah satu metode geofisika yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi struktur geologi bawah permukaan adalah metode magnetik. Metode ini memiliki akurasi pengukuran yang relatif tinggi, dengan operasional peralatan yang relatif mudah, cepat, dan sederhana (Maulana, 2013). Prinsip dasar metode magnetik yaitu mengamati jenis batuan dan struktur geologi bawah permukaan berdasarkan fluktuasi nilai kerentanan magnet dan anomali magnet pada lapisan batuan bawah permukaan (Sehah dkk., 2015; Saputra dkk., 2020)

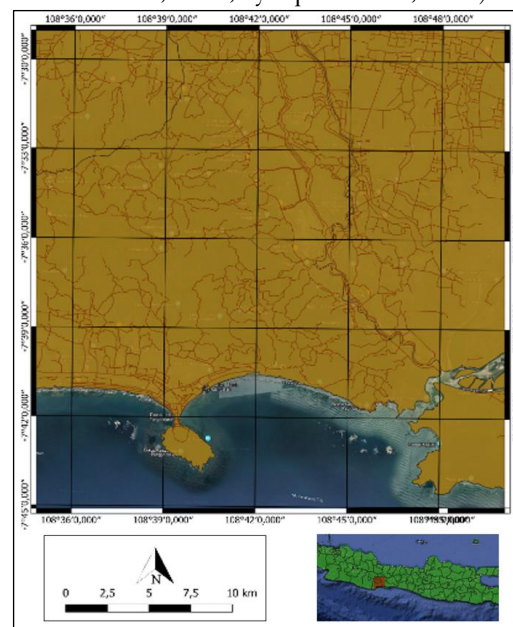
Penelitian ini menggunakan dua filter analisis derivatif, yaitu *First Horizontal Derivative* (FHD) dan *Second Vertical Derivative* (SVD). Pendekatan ini memungkinkan identifikasi yang lebih rinci dan akurat dari struktur geologi bawah permukaan dibandingkan metode konvensional. Selain itu, penelitian ini memanfaatkan data hasil digitasi lembar anomali magnetik dari Pusat Survei Geologi Bandung, yang belum banyak digunakan untuk penelitian sebelumnya. Informasi jenis patahan dan struktur lipatan memberikan wawasan baru tentang kondisi geologi di Kabupaten Pangandaran.

METODE

Lokasi penelitian dilakukan di Kabupaten Pangandaran dan sekitarnya, Provinsi Jawa Barat, secara geografis penelitian ini berada pada koordinat $07^{\circ}30'00''$ LS - $07^{\circ}45'00''$ LS dan $108^{\circ}35'00''$ BT - $108^{\circ}50'00''$ BT, seperti yang disajikan pada Gambar 1. Pengolahan data dilakukan di Laboratorium Geofisika dan Sistem Informasi Geografis Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura. Data yang diolah berupa peta anomali magnetik lembar Pangandaran tahun 2020 dengan skala 1:100.000, yang diterbitkan oleh Pusat Survei Geologi Bandung, Bandung (Suteja dkk., 2020).

Prosedur pengolahan data dilakukan dengan proses digitasi peta anomali magnetik dalam bentuk analog menjadi bentuk digital. Setelah hasil digitasi tersedia, maka akan dilakukan *gridding* berupa grid anomali magnetik total. Konversi reduksi ke kutub dilakukan untuk memudahkan proses interpretasi karena anomali magnetik yang dihasilkan dari proses reduksi ke kutub secara langsung menunjukkan sumber penyebab anomali tersebut. Reduksi ke kutub membuat inklinasi anomali magnetik menjadi 90° dan deklinasi menjadi 0° . Anomali yang telah direduksi ke kutub dilakukan pemisahan untuk

mendapatkan anomali regional dan anomali residual (Astuti dkk., 2023). Pemisahan dilakukan dengan menggunakan teknik kontinuasi ke atas (Heningtyas dkk., 2020) (Hermansyah dkk., 2020). Penelitian ini menggunakan peta anomali residual yang diduga bersumber dari variasi batuan yang relatif dangkal (Muzhaffar dkk., 2016; Syaripudin dkk., 2021)



Gambar 1. Lokasi Penelitian

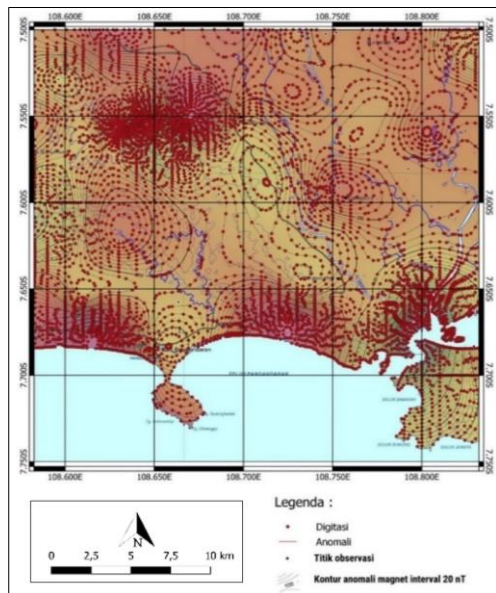
Identifikasi struktur patahan dilakukan dengan filter FHD dan SVD untuk memperjelas batas struktur pada anomali magnetik residual yang dapat mengidentifikasi patahan di daerah penelitian. Batas bidang batuan diidentifikasi dengan grafik FHD dan SVD yang masing-masing menunjukkan nilai maksimum dan mendekati nol. Selain itu, pendugaan adanya struktur patahan juga mengacu pada informasi struktur geologi pada peta geologi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

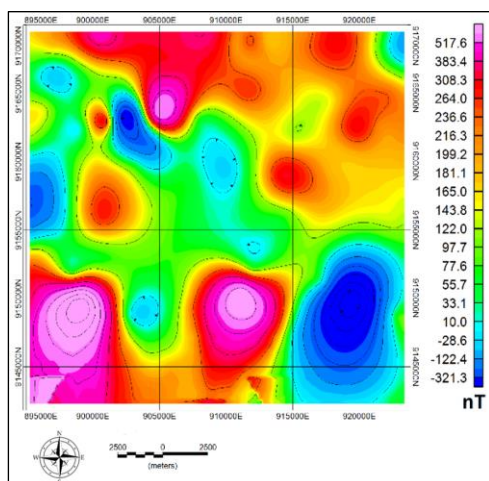
Penelitian ini menggunakan data dari peta anomali magnetik hasil digitasi dari peta anomali magnetik Lembar Pangandaran, Jawa Barat dengan koordinat $7^{\circ}30'0.0''$ LS - $7^{\circ}45'0.0''$ LS dan $108^{\circ}35'0''$ BT - $108^{\circ}50'0''$ BT. Hasil yang didapat berupa nilai anomali digital dengan titik koordinatnya. Jumlah titik digitasi pada lokasi penelitian adalah 5780 titik, seperti yang disajikan pada Gambar 2.

Peta anomali magnetik total yang diperoleh melalui proses digitasi ditunjukkan pada Gambar 3. Anomali magnetik total di daerah penelitian sebesar -321,3 nT hingga 517,6 nT. Anomali yang tinggi ditunjukkan dengan adanya area dengan rentang warna merah muda hingga jingga dengan rentang

nilai 517,6 nT hingga 199,2 nT. Anomali tersebut mendominasi bagian barat laut, utara, selatan, dan barat daya daerah penelitian. Anomali magnetik tinggi diinterpretasi sebagai batuan breksi gunungapi. Berdasarkan peta geologi lembar Pangandaran, batuan breksi gunungapi tersebut bersumber dari Formasi Jampang (Simandjuntak & Suroño, 1992). Nilai anomali sedang ditunjukkan dengan warna jingga hingga hijau dengan nilai 199,2 nT hingga 122,0 nT, yang mendominasi bagian timur laut-timur. Anomali sedang diinterpretasi sebagai sedimen turbidit yang bersumber dari Formasi Halang. Anomali rendah ditunjukkan dengan warna hijau tua hingga biru dengan rentang nilai 122,0 nT hingga -321,3 nT yang mendominasi dari barat laut ke tenggara daerah penelitian. Anomali rendah diinterpretasi sebagai batupasir yang bersumber dari Formasi Pamutuan.



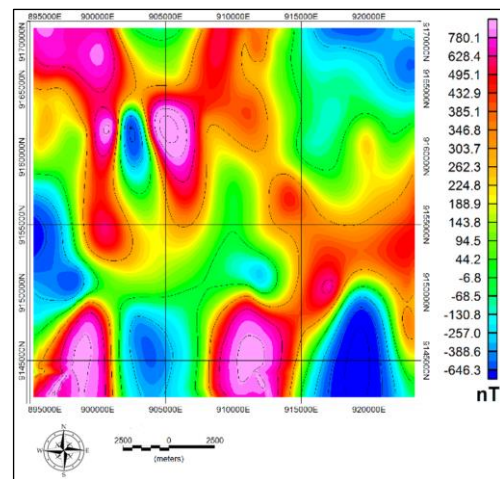
Gambar 2. Titik digitasi pada peta kontur anomali magnetik



Gambar 3. Peta anomali magnetik total

Gambar 4 menunjukkan hasil reduksi ke kutub dari anomali magnetik total. Kontur anomali magnet total yang direduksi ke kutub mempunyai bentuk pola anomali yang berbeda, dan nilai anomali pada peta berubah sebelum direduksi. Anomali tinggi terdapat pada bagian barat laut, utara, timur, selatan, dan barat daya daerah penelitian yang sudah direduksi ke kutub, sedangkan anomali rendah terdapat pada bagian timur laut, tenggara, dan barat.

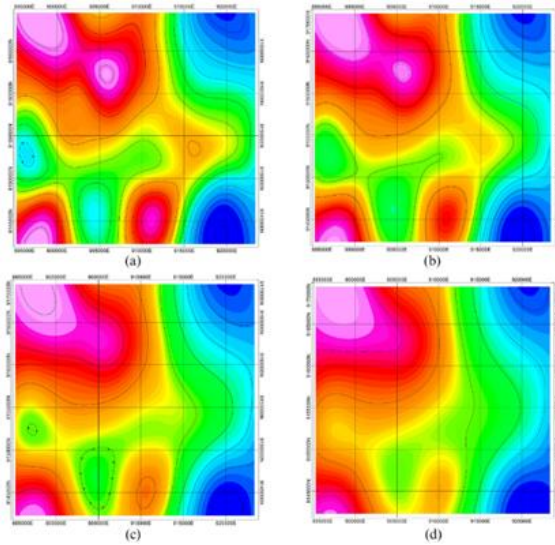
Rentang nilai anomali magnetik setelah direduksi ke kutub yaitu -646,3 nT hingga 780,1 nT. Proses ini menyederhanakan tahap interpretasi karena anomali magnetik yang dihasilkan menunjukkan pengaruh langsung dari objek yang menyebabkan adanya anomali. Prinsip reduksi ke kutub yaitu membuat inklinasi anomali magnetik menjadi 90° dan deklinasi menjadi 0° , sedangkan sudut inklinasi deklinasi di lokasi penelitian masing-masing sebesar $-32,5952^\circ$ dan $0,797773^\circ$.



Gambar 4. Peta anomali magnetik hasil reduksi ke kutub

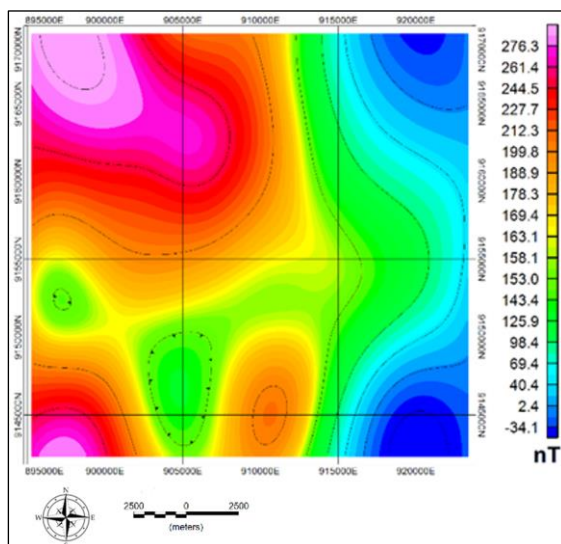
Anomali reduksi ke kutub dipisahkan untuk mendapatkan anomali residual dan anomali regional, dengan teknik kontinuasi ke atas. Proses pelepasan dilakukan untuk menghilangkan reaksi anomali lokal dan mendapatkan anomali regional. Anomali regional dicirikan dengan dominasi *body* anomali dan variasi anomali yang tidak signifikan (Nurhidayah dkk., 2019).

Proses kontinuasi ke atas dilakukan pada ketinggian yang berbeda-beda mulai dari 3000 m hingga 6000 m ditunjukkan pada Gambar 5. Pada ketinggian 5000 m dianggap tidak terdapat pola minor anomali magnetik, sehingga tidak terjadi perubahan signifikan pada pola anomali tersebut.



Gambar 5. Hasil kontinuitas ke atas pada ketinggian; (a) 3.000 m, (b) 4.000 m, (c) 5.000 m, dan (d) 6.000 m

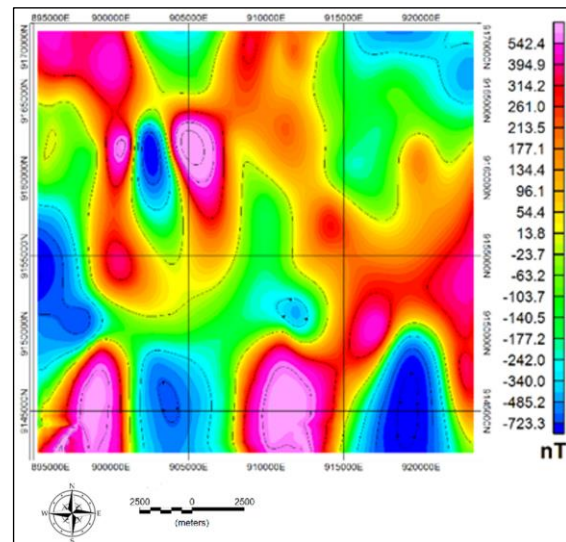
Gambar 6 menunjukkan sebaran anomali magnetik regional sebesar -34,1 nT hingga 276,3 nT. Pola anomali rendah (warna biru) sebesar -34,1 nT hingga 69,4 nT. Pola anomali sedang (warna hijau hingga kuning) sebesar 69,4 nT hingga 169,4 nT, dan pola anomali tinggi (warna merah hingga ungu) sebesar 169,4 nT hingga 276,3 nT.



Gambar 6. Peta anomali magnetik regional

Gambar 7 menunjukkan hasil anomali magnetik residual di lokasi penelitian. Anomali residual diperoleh dengan cara mengurangi anomali magnetik hasil reduksi ke kutub dengan anomali magnetik regional. Anomali magnetik residual disebabkan oleh reaksi pada batuan bawah permukaan yang dangkal. Karena penelitian ini menasar batuan pada kedalaman yang relatif

dangkal, maka perlu diketahui sebaran anomali magnetik residual. Nilai sebaran anomali magnetik residual sebesar -723,3 nT hingga 542,4 nT. Pola anomali rendah (warna biru hingga hijau) sebesar -723,3 nT hingga -23,7 nT. Pola anomali sedang yang (warna kuning hingga jingga) sebesar -23,7 nT hingga 213,5 nT, dan pola anomali tinggi (warna merah hingga ungu) sebesar 213,5 nT hingga 542,4 nT.

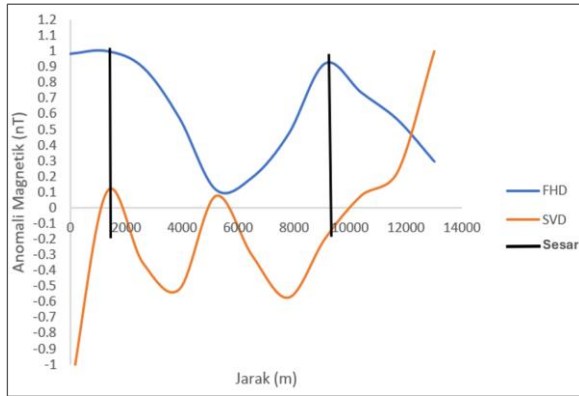


Gambar 7. Peta anomali magnetik residual

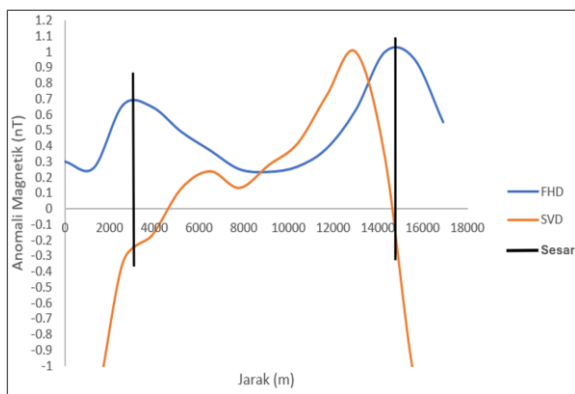
Analisis FHD dan SVD digunakan untuk memperjelas batas struktur anomali magnetik residual dan dapat mengidentifikasi keberadaan sesar atau patahan di daerah penelitian. Identifikasi keberadaan patahan ini dilakukan pada data anomali residual menggunakan proses FHD dan SVD. Adanya batas kontras anomali ini merupakan indikasi keberadaan struktur berupa rekahan atau patahan.

Korelasi grafik FHD dan SVD diperoleh dengan melakukan slicing pada pola anomali magnetik. Terdapat 4 slice yang dibuat melewati anomali tinggi dan anomali rendah dari data anomali residual, sehingga menghasilkan pemodelan 2D. Hasil dari grafik 4 sayatan batas bidang batuan pada penampang FHD dan SVD diduga berada pada nilai maksimum dan yang bernilai 0 (nol). Pendugaan keberadaan patahan juga mengacu pada informasi struktur geologi pada peta geologi.

Gambar 8 menunjukkan hasil grafik sayatan A-A' dengan dua indikasi patahan yang ditandai dengan garis berwarna hitam, FHD ditandai dengan garis berwarna biru, dan SVD ditandai dengan garis berwarna jingga. Pada pemodelan 2D, sayatan A-A' memiliki dua titik, yaitu titik pertama sebesar 1 nT pada jarak sekitar 2000 m - 3200 m dan titik kedua sebesar 0,92053 nT pada jarak sekitar 9000 m - 10000 m.

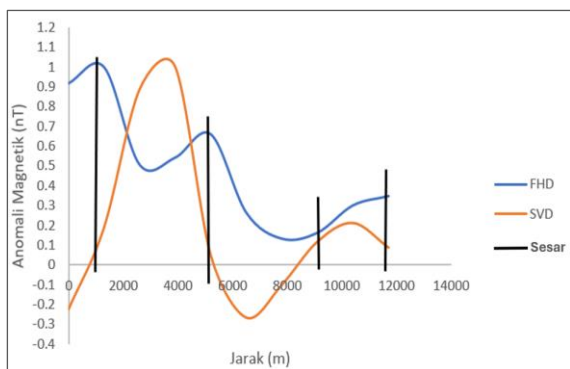


Gambar 8. Korelasi grafik FHD dan SVD pada sayatan A-A'



Gambar 9. Korelasi grafik FHD dan SVD pada sayatan B-B'

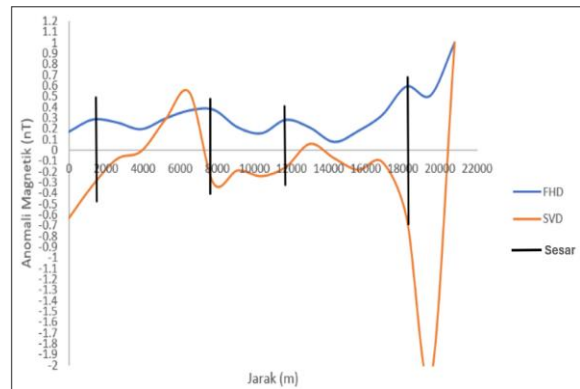
Gambar 9 menunjukkan hasil grafik sayatan B-B' dengan dua indikasi patahan di titik 0,66228 nT pada jarak sekitar 1500 m – 2000 m, pada titik 2 sebesar 1 nT di jarak sekitar 14000 m – 14500 m.



Gambar 10. Korelasi grafik FHD dan SVD pada sayatan C-C'

Gambar 10 menunjukkan hasil korelasi grafik FHD dan SVD pada sayatan C-C' dengan empat indikasi patahan pada titik sebesar 1 nT di jarak sekitar 1000 m – 1500 m, pada titik 2 sebesar 0,66132 nT di jarak sekitar 5000 m – 5300 m, pada

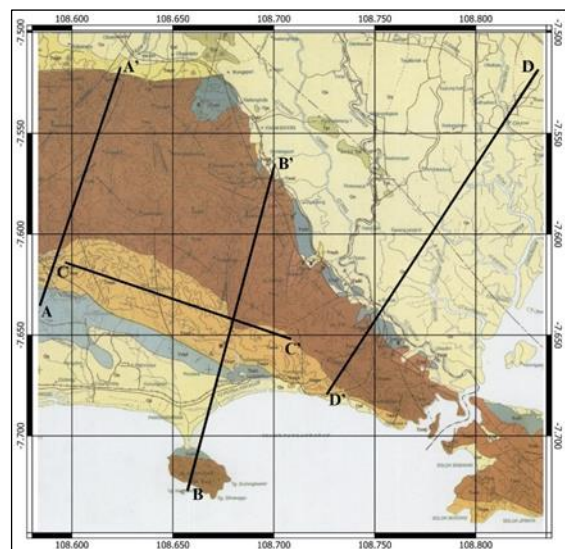
titik 3 sebesar 0,16328 nT di jarak sekitar 9000 m – 9200 m, dan pada titik 4 sebesar 0,34867 nT di jarak sekitar 11000 m – 11700 m.



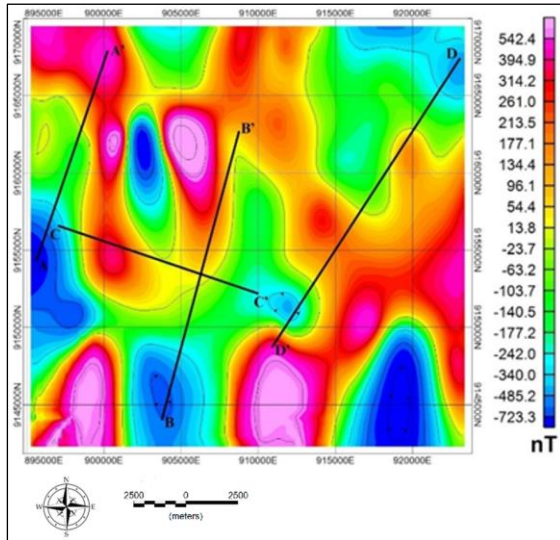
Gambar 11. Korelasi grafik FHD dan SVD pada sayatan D-D'

Gambar 11 menunjukkan hasil korelasi grafik pada sayatan D-D' dengan empat indikasi patahan pada titik sebesar 0,28360 nT di jarak sekitar 1200 m – 1700 m, pada titik 2 sebesar 0,37524 nT di jarak sekitar 7700 m – 8000 m, pada titik 3 sebesar 0,28104 nT di jarak sekitar 11000 m – 11500 m, pada titik 4 sebesar 0,59088 nT di jarak sekitar 18500 m – 19000 m.

Gambar 12 dan Gambar 13 menunjukkan sayatan A-A' berarah selatan-utara, sayatan B-B' berarah dari selatan-utara, sayatan C-C' berarah barat-timur, dan sayatan D-D' berarah dari timur laut-barat daya. *Slice* atau sayatan yang sudah ditentukan diharapkan dapat mewakili pemodelan yang dibuat, sehingga dapat memberikan gambaran yang jelas mengenai struktur patahan di daerah Pangandaran dan sekitarnya.



Gambar 12. Sayatan pada peta geologi



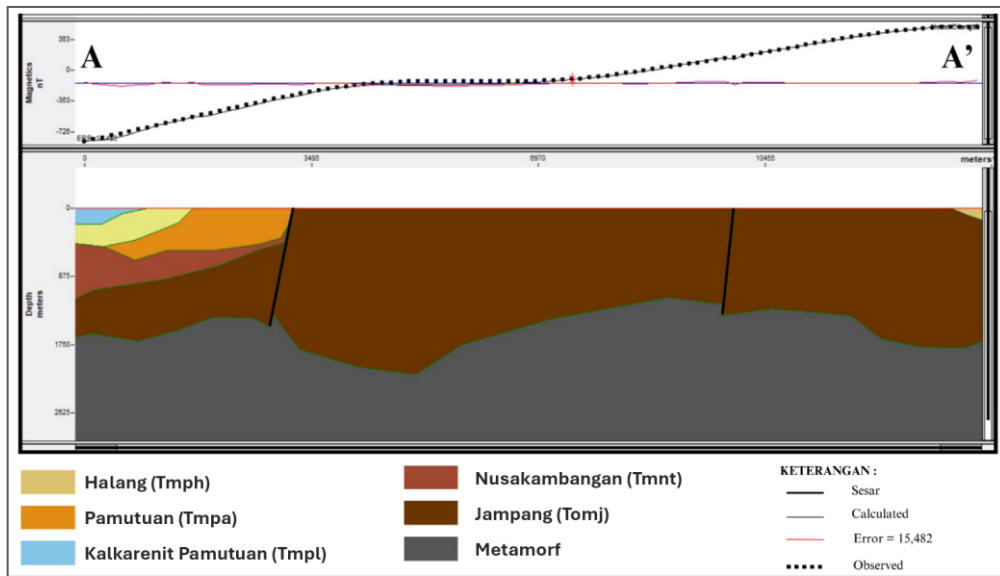
Gambar 13. Sayatan pada peta anomali magnetik residual

Sayatan A-A' memiliki panjang lintasan kurang lebih 13733,5 m berarah selatan-utara dengan error 15,482, seperti pada Gambar 14. Kedalaman yang diinterpretasikan sekitar 2.500 m dibawah permukaan laut. Berdasarkan stratigrafi daerah penelitian terdapat enam formasi lapisan batuan. Lapisan pertama Formasi Halang dengan nilai suseptibilitas 0,000315 SI, yang terletak pada kedalaman 187 m dan memiliki ketebalan 187 m di bawah permukaan laut. Komposisi batuan pada formasi ini berupa endapan turbidit yang terdiri dari napal selingan, kalkarenit, batupasir sela, dan konglomerat dengan batugamping dasar selingan dan batupasir kerikil bagian bawah. Lapisan kedua Formasi Pamutuan dengan nilai suseptibilitas 0,00315 SI, yang terletak pada kedalaman 539 m dan memiliki ketebalan 665 m di bawah permukaan laut. Formasi ini memiliki batuan batupasir, kalkarenit, napal, tuf, batulempung, dan batugamping. Lapisan ketiga Anggota Kalkarenit Formasi Pamutuan dengan nilai suseptibilitas 0,00315 SI, yang terletak pada kedalaman 209 m dan memiliki ketebalan 209 m di bawah permukaan laut. Formasi ini memiliki batuan kalkarenit dan batugamping klastika berselingan dengan napal. Lapisan keempat Formasi Nusakambangan dengan nilai suseptibilitas 0,01509 SI, terletak pada kedalaman 874 m dan memiliki ketebalan 651 m di bawah permukaan laut. Formasinya terdiri dari tuf, tuf lapili, tuf berpasir, dan kerikil, dengan endapan batupasir sela di bagian dasar, batupasir sela meninggi ke atas, dan diselingi

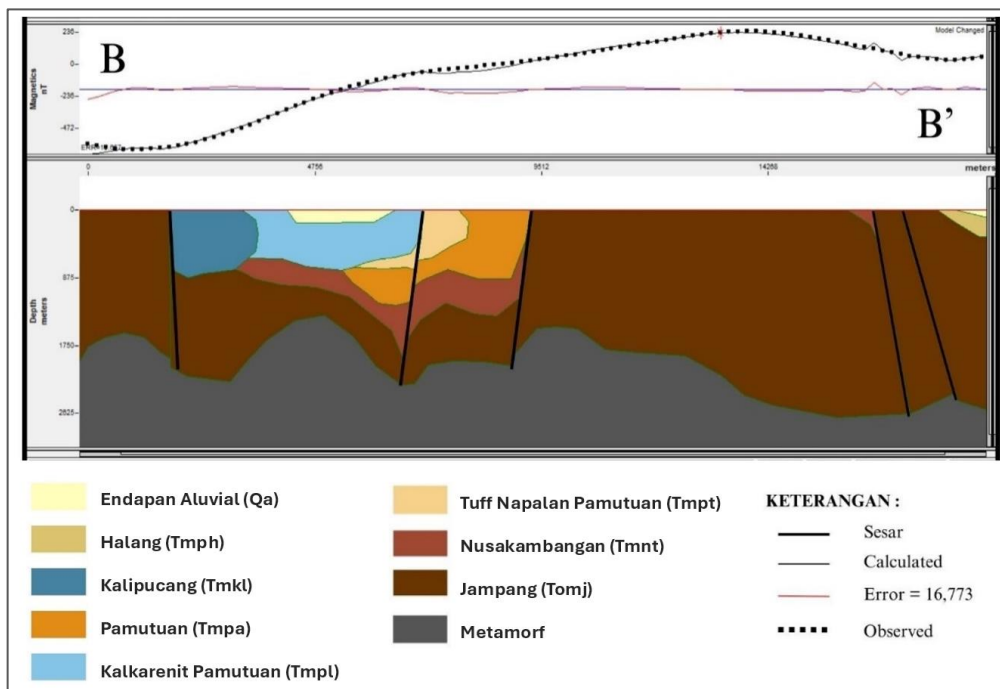
batulempung dengan endapan breksi. Lapisan kelima Formasi Jampang. Memiliki nilai suseptibilitas magnetik sebesar 0,06033 SI dan terletak pada kedalaman 1419 m dan ketebalan 2133 m di bawah permukaan laut. Formasinya terdiri dari batupasir, batulempung, napal, endapan konglomerat, breksi gunungapi, batupasir berkerikil diamiktit, dan tuf dengan endapan lava. Lapisan terakhir adalah batuan dasar atau *basement*, yaitu batuan beku metamorf.

Berdasarkan hasil pemodelan 2D untuk sayatan A-A' memperlihatkan keberadaan titik yang meng-indikasikan patahan, berupa dua sesar normal, seperti pada Gambar 14. Lokasi patahan ini berada pada jarak masing-masing sekitar 3190,61 m dan 9988,03 m. Pada jarak sekitar 11800 m terdapat struktur geologi berupa lipatan antiklin berarah utara-selatan pada peta geologi.

Sayatan B-B' memiliki panjang lintasan kurang lebih 18757,6 m berarah selatan-utara dengan error 16,773, seperti pada Gambar 15. Kedalaman yang diinterpretasikan sekitar 2500 m di bawah permukaan laut. Berdasarkan stratigrafi daerah penelitian terdapat sepuluh formasi lapisan batuan. Lapisan pertama Endapan Aluvial dengan nilai suseptibilitas 0,000315 SI, yang terletak pada kedalaman sekitar 132 m dan memiliki ketebalan 132 m di bawah permukaan laut yang memiliki batuan lumpur, pasir, dan kerikil. Lapisan kedua Formasi Halang dengan nilai suseptibilitas 0,000315 SI, yang terletak pada kedalaman sekitar 350 m dan ketebalan 258 m di bawah permukaan laut. Formasi ini mempunyai batuan endapan turbidit yang terdiri dari napal berselingan, kalkarenit, batupasir sela, dan konglomerat berselingan dengan batugamping dan batupasir berkerikil di dasarnya. Lapisan ketiga Formasi Kalipucang dengan nilai suseptibilitas 0,00252 SI, yang terletak pada kedalaman sekitar 767 m dan ketebalan 876 m di bawah permukaan laut yang memiliki batuan batugamping terumbu. Lapisan keempat yaitu Formasi Pamutuan dengan nilai suseptibilitas 0,00315 SI, yang terletak pada kedalaman sekitar 891 m dan ketebalan 507 m di bawah permukaan laut. Formasi ini memiliki batuan batupasir, kalkarenit, napal, tuf, batulempung, dan batugamping. Lapisan kelima Anggota Kalkarenit Formasi Pamutuan dengan nilai suseptibilitas 0,00315 SI, yang terletak pada kedalaman 527 m dan memiliki ketebalan 602 m di bawah permukaan laut yang memiliki batuan kalkarenit dan batugamping klastika berselingan dengan napal.



Gambar 14. Model 2D slicing A-A'



Gambar 15. Model 2D slicing B-B'

Lapisan keenam Anggota Tuff Napalan Formasi Pamutuan dengan nilai suseptibilitas 0,00315 SI, yang terletak pada kedalaman 485 m dan ketebalan 469 m di bawah permukaan laut. Formasi ini memiliki batuan tuf napalan berselingan dengan batupasir sela, batulempung, dan batugamping. Lapisan ketujuh Formasi Nusakambangan dengan nilai suseptibilitas 0,01509 SI, terletak pada kedalaman sekitar 1246 m dan memiliki ketebalan 523 m di bawah permukaan laut. Formasinya terdiri dari tuf, tuf lapili, tuf berpasir, dan kerikil, dengan endapan batupasir sela di bagian

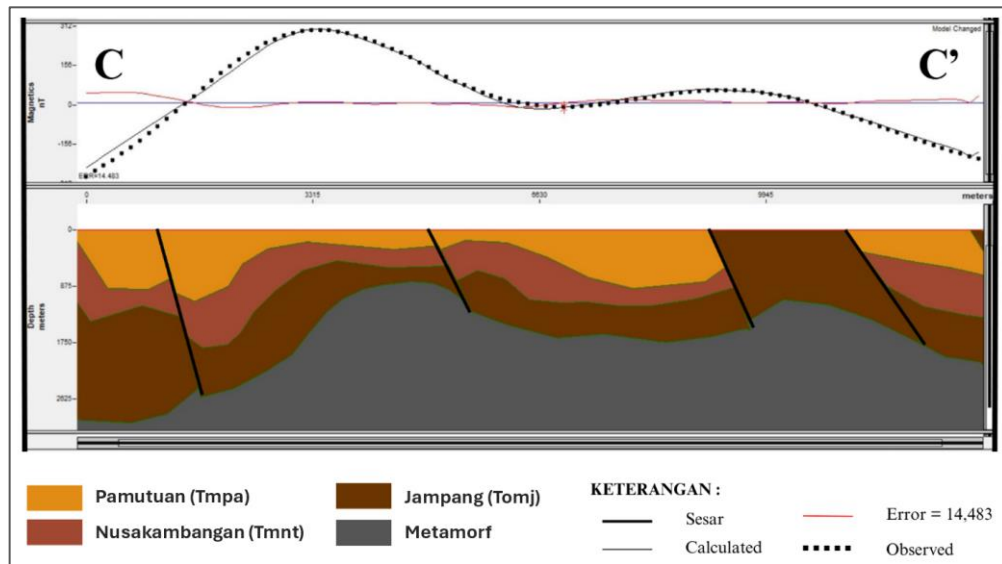
dasar, batupasir sela meninggi ke atas, dan diselingi batulempung dengan endapan breksi. Lapisan kedelapan Formasi Jampang merupakan batuan kompleks yang merupakan batuan kerak samudera akibat adanya lempeng tektonik sehingga mengalami pelapukan dan naik ke permukaan Pulau Jawa (Solihin dkk., 2017) memiliki kedalaman sekitar 426 m dan ketebalan 1131 m dengan nilai suseptibilitas 0,00315 SI. Lapisan kesembilan Formasi Jampang dengan nilai suseptibilitas 0,06033 SI, yang terletak pada kedalaman sekitar 1877 m dan memiliki ketebalan 2523 m di bawah permukaan laut.

Formasinya terdiri dari batupasir, batulempung, napal, endapan konglomerat, breksi gunungapi, batupasir berkerikil diamiktit, dan tuf dengan endapan lava. Lapisan terakhir adalah batuan dasar atau *basement*, yaitu batuan beku metamorf.

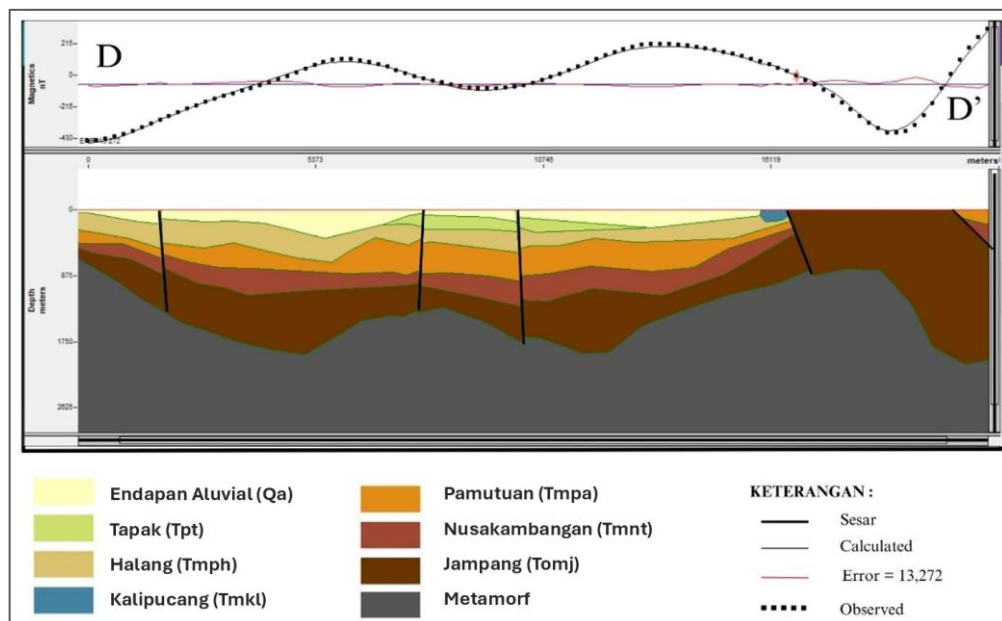
Berdasarkan hasil pemodelan 2D untuk sayatan B-B' memperlihatkan keberadaan titik yang mengindikasikan patahan, berupa empat sesar normal dan satu sesar naik, seperti pada Gambar 15. Lokasi patahan ini berada pada jarak masing-masing sekitar 1705,23 m, 7010,4 m, 9284,04 m, 16483,9 m, dan 17052,3 m. Terdapat ketebalan sedimen sekitar 876 meter di sebelah selatan Tanjung Pangandaran (Pananjung), artinya sedimen yang diendapkan dari arah tenggara terangkut ke arah

barat laut hingga dekat tanjung, dan akhirnya membelok ke selatan dan diendapkan di daerah tersebut.

Sayatan C-C' memiliki panjang lintasan kurang lebih 13.061,3 m berarah barat-timur dengan error 14,483, seperti pada Gambar 16. Kedalaman yang diinterpretasikan sekitar 2500 m di bawah permukaan laut. Berdasarkan stratigrafi daerah penelitian terdapat lima formasi lapisan batuan. Lapisan pertama Formasi Pamutuan dengan nilai suseptibilitas 0,00315 SI, yang terletak pada kedalaman sekitar 308 m dan memiliki ketebalan 912 m di bawah permukaan laut. Formasi ini memiliki batuan batupasir, kalkarenit, napal, tuf, batu-lempung, dan batugamping.



Gambar 16. Model 2D slicing C-C'



Gambar 17. Model 2D slicing D-D'

Lapisan kedua Formasi Nusakambangan dengan suseptibilitas 0,01509 SI, yang terletak pada kedalaman sekitar 1273 m dan ketebalan 710 m di bawah permukaan laut. Formasinya terdiri dari tuf, tuf lapili, tuf berpasir, dan kerikil, dengan endapan batupasir sela di bagian dasar, batupasir sela meninggi ke atas, dan diselingi batulempung dengan endapan breksi. Lapisan ketiga Formasi Jampang merupakan batuan kompleks yang merupakan batuan kerak samudera akibat adanya lempeng tektonik sehingga mengalami pelapukan dan naik ke permukaan Pulau Jawa (Solihin dkk., 2017). Lapisan ini terletak pada kedalaman sekitar 343 m dan ketebalan 400 m dengan nilai suseptibilitas 0,00315 SI. Lapisan keempat Formasi Jampang dengan nilai suseptibilitas 0,06033 SI, yang terletak pada kedalaman 1936 m dan ketebalan 1087 m di bawah permukaan laut. Formasinya terdiri dari batupasir, batulempung, napal, endapan konglomerat, breksi gunungapi, batupasir berkerikil diamiktit, dan tuf dengan endapan lava. Lapisan terakhir adalah batuan dasar atau *basement*, yaitu batuan beku metamorf.

Berdasarkan hasil pemodelan 2D untuk sayatan C-C' memperlihatkan keberadaan titik yang mengindikasikan patahan, berupa tiga sesar normal dan satu sesar naik, seperti pada Gambar 16. Lokasi ini berada pada jarak masing-masing sekitar 1055,46 m, 5013,41 m, 9103,3 m, dan 11082,3 m.

Sayatan D-D' memiliki panjang lintasan kurang lebih sepanjang 21242 m berarah utara-selatan dengan error 13,272, pada Gambar 17. Kedalaman yang diinterpretasikan sekitar 2500 m di bawah permukaan laut. Berdasarkan stratigrafi daerah penelitian terdapat Sembilan formasi lapisan batuan. Lapisan pertama Endapan Aluvial dengan nilai suseptibilitas 0,000315 SI, yang terletak pada kedalaman sekitar 176 m dan memiliki ketebalan 378 m di bawah permukaan laut yang memiliki batuan lumpur, pasir, dan kerikil. Lapisan kedua Formasi Tapak dengan nilai suseptibilitas 0,00378 SI, yang terletak pada kedalaman 200 m dan ketebalan 202 m di bawah permukaan laut yang memiliki batuan batupasir berselingan dengan napal. Lapisan ketiga Formasi Halang dengan nilai suseptibilitas 0,000315 SI, yang terletak pada kedalaman sekitar 535 m dan ketebalan 349 m di bawah permukaan laut. Formasi ini mempunyai batuan endapan turbidit yang terdiri dari napal berselingan, kalkarenit, batupasir sela, dan konglomerat berselingan dengan batugamping dan batupasir berkerikil di dasarnya. Lapisan keempat Formasi Kalipucang dengan nilai suseptibilitas 0,00252 SI, yang terletak pada kedalaman sekitar 137 m dan ketebalan 156 m di bawah permukaan laut yang memiliki batuan batugamping terumbu.

Lapisan kelima yaitu Formasi Pamutuan dengan nilai suseptibilitas 0,00315 SI, yang terletak pada kedalaman sekitar 768 m dan ketebalan 413 m di bawah permukaan laut. Formasi ini memiliki batuan batupasir, kalkarenit, napal, tuf, batulempung, dan batugamping. Lapisan keenam Formasi Nusakambangan dengan nilai suseptibilitas 0,01509 SI, yang terletak pada kedalaman sekitar 1.137 m dan ketebalan 365 m di bawah permukaan laut. Formasinya terdiri dari tuf, tuf lapili, tuf berpasir, dan kerikil, dengan endapan batupasir sela di bagian dasar, batupasir sela meninggi ke atas, dan diselingi batulempung dengan endapan breksi. Lapisan ketujuh Formasi Jampang merupakan batuan kerak samudera akibat adanya lempeng tektonik sehingga mengalami pelapukan dan naik ke permukaan Pulau Jawa (Solihin dkk., 2017) yang terletak pada kedalaman sekitar 322 m dan ketebalan 469 m dengan nilai suseptibilitas 0,00315 SI. Lapisan kedelapan Formasi Jampang dengan nilai suseptibilitas 0,06033 SI, yang berada pada kedalaman 1476 m dan ketebalan 957 m di bawah permukaan laut. Formasinya terdiri dari batupasir, batulempung, napal, endapan konglomerat, breksi gunungapi, batupasir berkerikil diamiktit, dan tuf dengan endapan lava. Lapisan terakhir adalah batuan dasar atau *basement*, yaitu batuan beku metamorf.

Berdasarkan hasil pemodelan 2D untuk sayatan D-D' memperlihatkan keberadaan titik yang mengindikasikan patahan, berupa dua sesar normal dan tiga sesar naik, seperti pada Gambar 17. Lokasi patahan ini berada pada jarak masing-masing sekitar 1716,53 m, 7938,94 m, 10084,6 m, 16521,6 m, dan 20383,8 m. Pada jarak sekitar 16908 m dan 19668 m terdapat struktur lipatan antiklin dan sinklin yang berdekatan masing-masing berarah utara-selatan pada peta geologi.

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil penelitian yang dilakukan, diperoleh sebaran anomali magnetik reduksi ke kutub yaitu sebesar -646,3 nT hingga 780,1 nT dan anomali magnetik residual sebesar -723,3 nT hingga 542,4 nT. Hasil interpretasi menunjukkan struktur geologi bawah permukaan pada sayatan A-A' terdapat dua sesar normal dan struktur lipatan antiklin, pada sayatan B-B' terdapat empat sesar normal dan satu sesar naik, pada sayatan C-C' terdapat tiga sesar normal dan satu sesar naik, dan pada sayatan D-D' terdapat dua sesar normal, tiga sesar naik, serta struktur lipatan berupa antiklin dan sinklin.

Saran dari penelitian ini yaitu perlu dilakukan penelitian lebih lanjut di daerah penelitian sebagai

pembandingan dan validasi dengan menggunakan metode geofisika lainnya, sehingga didapatkan hasil yang lebih baik untuk memperoleh informasi yang lebih luas.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada Pusat Survei Geologi (PSG) Bandung yang telah menyediakan peta anomali magnetik lembar Pangandaran pada penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Astuti, S., Usman, I., & Abdin. (2023). Studi Kajian Literatur: Struktur Bawah Permukaan Menggunakan Metode Magnetik di Beberapa Daerah Indonesia. *Einstein's: Research Journal of Applied Physics*, 1(2), 48–58.
- Hamilton, W., Lujan, M., & Peck, D. L. (1979). *Tectonics of the Indonesian Region*. US Govt. Printing Office.
- Heningtyas, Wibowo, N. B. & Darmawan, D. (2020). Pemodelan 2D dan 3D Metode Geomagnet untuk Interpretasi Litologi dan Analisis Patahan di Jalur Sesar Oyo. *Jurnal Lingkungan dan Bencana Geologi*, 10(3), 115-126.
- Hermansyah, D. Sukrisna, B., & Minardi, S. (2020). Identifikasi Patahan di Desa Taman Ayu Kecamatan Gerung Kabupaten Lombok Barat Menggunakan Metode Geomagnet. *JGE (Jurnal Geofisika Eksplorasi)*, 6(2), 145-155.
- Marjiyono, M., Soehaimi, A., & Kamawan. (2008). Identifikasi Sesar Aktif Daerah Cekungan Bandung Dengan Data Citra Landsat dan Kegempaan. *Jurnal Sumber Daya Geologi*, 18, 81–88.
- Maulana, A. (2013). Pemodelan 3D Magnetik Menggunakan Mag3D untuk Identifikasi Sebaran Bijih Besi di Daerah “RAM-UNILA”, 1(1), 25-33.
- Muzhaffar, D. S., Nurwidyanto, M. I., & Harmoko, U. (2016). Interpretasi Struktur Bawah Permukaan Menggunakan Metode Magnetik (Daerah Sekitar Sungai Oyo Yogyakarta). *Youngster Physics Journal*, 5(4), 245–250.
- Nurhidayah, A., Wahyono, S. C., & Siregar, S. S. (2019). Interpretasi Bawah Permukaan Daerah Penambangan Batuan Andesit Awang Bangkal Kabupaten Banjar Kalimantan Selatan Menggunakan Metode Magnetik. *Jurnal Fisika Flux*, 16(2), 117.
- Saputra, S. R., Putra, Y. S., Suteja, A., & Muhandi, M. (2020). Pemodelan Inversi 3D Daerah Panas Bumi Berbasis Data Anomali Magnetik di Kota Agung dan Sekitarnya, Provinsi Lampung. *Prisma Fisika*, 8(1), 71–78.
- Sehah, S., Raharjo, S. A., & Prasetyo, C. A. (2015). Interpretasi Model Anomali Magnetik Bawah Permukaan Di Area Pertambangan Emas Rakyat Desa Cihonje, Kecamatan Gumelar, Kabupaten Banyumas. *Berkala Fisika*, 18(2), 51–58.
- Simandjuntak, T. O., & Suroño. (1992). *Peta Geologi Lembar Pangandaran, Jawa*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Solihin, C., Taufik, A., Muhamad, F. H., & Denya, R. (2017). Studi Geofisika Untuk Menentukan Batas Formasi Jampang dan Formasi Ciletuh di Kawasan Geopark Ciletuh. *Wahana Fisika*, 2(2), 31–41.
- Suteja, A., Hadibroto, H., Wulandari, B., & Garniwa, A. (2020). *Peta Anomali Magnet Lembar Pangandaran*. Pusat Survei Geologi.
- Syaripudin, S., Arman, Y., & Muhandi. (2021). Sebaran Mineral Logam Bijih Besi Berdasarkan Anomali Magnetik Daerah Pelaihari, Kabupaten Tanah Laut. *Prisma Fisika*, 9(3), 276–283.