

Interpretasi Data Geomagnet untuk Menentukan Keberadaan Pipa Air Bawah Permukaan Bumi (Studi Kasus: Lingkungan Masjid Al-Musannif Kampus IV UINSU)

Meilita Rahma^(1,a), Ratni Sirait^(1,b) dan Lailatul Husna Lubis^{(1,c)*}

⁽¹⁾ Universitas Islam Negeri Sumatera Utara

Email : ^(a)meilita652@gmail.com, ^(b)sirait.ratni@uinsu.ac.id, ^(c)lailatulhusnalubis@uinsu.ac.id

Diterima (18 April 2024), Direvisi (17 Mei 2024)

Abstract. The existence of subsurface water pipes in the Al-Musannif Mosque environment, Campus IV UINSU, must be established. This is because it is one of the important roles of knowing the location of the pipes in order to reduce engineering accidents and as the accuracy of engineering surveys. This research was conducted using the geomagnetic method, which aims to determine the location of subsurface water pipes and to find out how the subsurface structure in the region is constructed. From this measurement, 43 points were obtained with a distance of 5 to 10 meters and with coordinates from latitude 3°49'56.24 "N and longitude 98°58'72.13" E to latitude 3°49'49.50 "N and 98°58'58.12 "E. The results of this study indicate the presence of anomalous values throughout the study area, exhibiting an elongated shape with a dominant northeast-southwest direction. The values range from 5.6 to 321.1 nT, which is thought to be associated with subsurface pipelines. The 2D modeling results indicate the presence of two anomalies: a high anomaly, which is thought to be a pipe, and a low anomaly, which is suspected to be clay lithology. At high susceptibility contrast values, ranging from 0.2 to 1 SI, with a depth of 2 to 4 m below the surface, it is postulated that these anomalies are associated with metal pipes located in the northwest and southeast. At low susceptibility contrast values, ranging from -1 to -0.2 SI, with a depth of 0 to 20 m below the surface, it is proposed that these anomalies are associated with clay marked with dark blue to light blue color.

Keywords: magnetic field anomalies, geomagnet, subsurface structure, susceptibility

Abstrak. Keberadaan pipa air bawah permukaan lingkungan Masjid Al-Musannif kampus IV UINSU perlu dilakukan karena merupakan salah satu peran yang penting untuk diketahui lokasinya agar mengurangi kecelakaan teknik dan sebagai keakuratan survei teknik. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode geomagnet yang bertujuan untuk mengetahui letak keberadaan pipa air bawah permukaan bumi dan untuk mengetahui bagaimana struktur bawah permukaan di wilayah tersebut. Dari pengukuran ini diperoleh sebanyak 43 titik dengan jarak 5 sampai 10 meter dan dengan dari koordinat latitude 3°49'56,24" N dan longitude 98°58'72,13" E sampai latitude 3°49'49,50"N dan 98°58'58,12"E. hasil yang didapat dari penelitian ini adalah nilai anomali yang tinggi berada hampir diseluruh daerah penelitian dengan bentuk memanjang dengan arah dominan timur laut – barat daya memiliki nilai yang berkisar 5.6 – 321.1 nT yang diduga berasosiasi dengan jalur pipa bawah permukaan. Pada hasil pemodelan 2D terlihat bahwa terdapat 2 anomali yaitu anomali tinggi yang diduga sebagai pipa dan anomali rendah yang diduga sebagai litologi lempung. Pada nilai kontras suseptibilitas tinggi berkisar 0.2 – 1 SI dengan kedalaman 2 – 4 m dibawah permukaan diduga berasosiasi dengan pipa metal yang berada di barat laut dan tenggara, pada nilai kontras suseptibilitas rendah berkisar -1 – (-0.2) SI dengan kedalaman 0 – 20 m dibawah permukaan diduga berasosiasi dengan lempung yang ditandai dengan warna biru tua sampai biru muda.

Kata kunci: anomali medan magnet, geomagnet, struktur bawah permukaan, suseptibilitas

PENDAHULUAN

Medan magnet adalah besaran fisika yang sangat penting dan digunakan dalam banyak bidang seperti geofisika, geologi dan banyak lagi [1]. Geofisika adalah ilmu yang menerapkan prinsip fisika untuk mengetahui dan memecahkan masalah yang berhubungan dengan bumi. Struktur bumi bisa diketahui dari sifat fisiknya, seperti kemagnetan gaya gravitasi, kelistrikan dan lainnya. Melalui sifat ini dapat diketahui bentuk dan struktur bawah permukaan bumi [2]. Secara umum, litologi daerah penelitian yakni Pancur Batu adalah tanah andasol [3], yang tanah andasol itu terdiri dari tanah lempung yang berasal dari sisa abu vulkanik dengan tingkat kembang susut yang tinggi [4]. Karena adanya dugaan bahwa batuan sedimen banyak di daerah penelitian, oleh karena itu, informasi tentang jenis batuan bawah permukaan harus diperoleh melalui penggunaan teknik geomagnetik [5]. Metode geomagnet digunakan untuk menggambarkan bawah permukaan bumi menggunakan karakteristik sifat kemagnetan batuan. Karakteristik sifat ini diacu pada pengukuran variasi intensitas medan magnet atau kontras suseptibilitas magnetik pada batuan di bawah permukaan bumi, yang dihasilkan oleh pengaruh medan magnet bumi saat batuan terbentuk. Suseptibilitas kemagnetan adalah tingkat di mana suatu benda karena termagnetisasi oleh medan magnetik. Kehadiran mineral magnetik yang lebih tinggi dalam batuan meningkatkan harga suseptibilitasnya [6].

Anomali magnetik biasanya disebabkan oleh perbedaan dalam kontras suseptibilitas magnetik atau permeabilitas magnetik area yang di teliti [7]. Target survei anomali magnetik adalah perubahan medan magnetik permukaan [8]. Dipol magnet dari benda yang dibentuk oleh sudut deklinasi dan inklinasi masih mempengaruhi anomali magnetik dan dapat mempengaruhi arah demagnetisasi batuan. Untuk menghindari

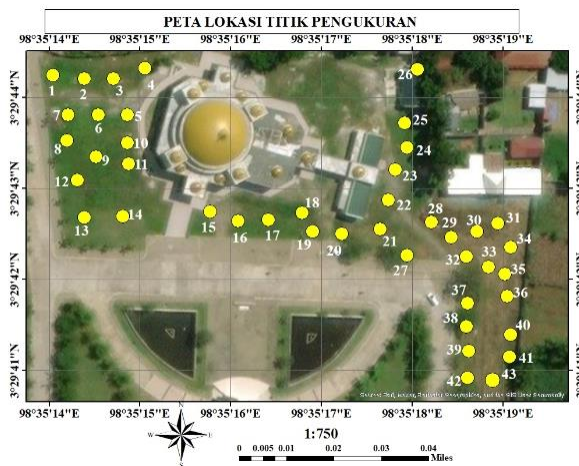
pengaruh medan magnet dipol, benda harus direduksi ke kutub. [9].

Dilakukannya penelitian ini untuk mencari keberadaan pipa air bawah permukaan dengan menggunakan metode geomagnet suatu peranan penting untuk diketahui lokasinya, karena akan digunakan sebagai utilitas utama untuk pembangunan di masa yang akan datang dan karena jalur pipa air bawah tanah ini mempengaruhi keakuratan survei teknik dan bahkan menyebabkan kecelakaan teknik. Oleh karenanya, diperlukan identifikasi distribusi pipa bawah tanah yang tepat di wilayah konstruksi sebelum konstruksi dimulai sangatlah penting [10]. Selain itu, benda feromagnetik, seperti pipa air bawah tanah, yang sebenarnya ditanam di dalam tanah, juga dapat ditemukan dengan menggunakan teknik ini [11].

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Widya Utama, Desa Warnana, Bahri dan Hilyah dilakukan pengolahan data dengan menggunakan *software Mag2Dc* dan *Magpick* dan diperoleh hasil interpretasi sesuai dengan observasi, dimana segi geologinya berupa dataran rendah yang memiliki endapan alluvial dan benda penyebab anomali ini adalah besi yang berupa pipa hydrant yang tertanam di bawah tanah. Penelitian yang dilakukan akan menggunakan *software Oasis Montaj* dan *Zondgm2d*. Perbedaan penggunaan *software* penelitian terdahulu dengan *software* penelitian yang akan dilakukan adalah untuk hasil peta konturnya memiliki variasi warna sedangkan *software* penelitian terdahulu memiliki hasil warna peta kontur yang lebih sedikit. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui letak keberadaan pipa bawah permukaan dan untuk mengetahui struktur bawah permukaan daerah penelitian.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 13 Januari 2024 yang dimulai pada pukul 09:59 WIB sampai 13:55 WIB. Penelitian ini dilakukan di lingkungan Masjid Al-Musannif Kampus IV Universitas Islam Negeri Sumatera Utara. Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu satu set Proton Precession Magnetometer (PPM) milik BMKG Stasiun Geofisika Tuntungan, lembar pencatatan data pengukuran dan satu buah ponsel pintar atau telepon genggam serta *software* yang digunakan dalam pengolahan penelitian ini adalah *Surfer 13*, *Oasis Montaj*, *Zondgm2d*, *Google Earth Pro*, *Arcgis*, dan *Microsoft Office 2019*.



Gambar 1. Lokasi Titik Pengukuran.

Data yang didapat dari penelitian ini sebanyak 43 data dengan 5 kali pembacaan di setiap titiknya seperti pada gambar 1 yang ditandai dengan lingkaran berwarna kuning dan urutan pengukuran ditandai dengan warna putih. Diawali dengan mencari nilai variasi koreksi harian, mencari nilai IGRF, lalu menghitung nilai anomali medan magnet total, melakukan pemisahan anomali, melakukan reduksi ke kutub serta membuat pemodelan 2 dimensinya.

Koreksi harian bertujuan untuk mengurangi pengaruh medan magnet luar bumi [12]. Untuk menghitung nilai variasi

koreksi harian dapat menggunakan persamaan (1).

$$\Delta F = \frac{t_n - t_a}{t_b - t_a} (T_b - T_a) \quad (1)$$

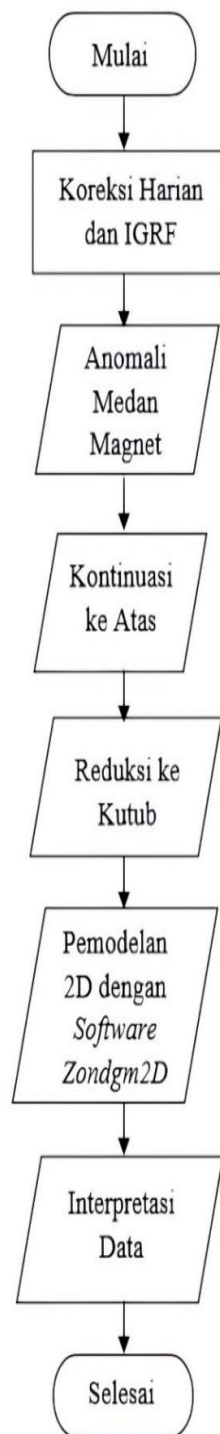
Dimana ΔF = nilai variasi harian (nT), t_n = waktu saat pengukuran (s), t_a = waktu yang di ukur di base awal (s), t_b = waktu yang di ukur di base akhir (s), T_b = nilai total medan magnet di base akhir (nT), T_a = nilai total medan magnet di base awal (nT).

Anomali medan magnet total dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (2).

$$T = \Delta F - F \quad (2)$$

Dimana T = nilai medan magnet total (nT), ΔF = nilai variasi harian (nT), dan F = nilai IGRF (nT).

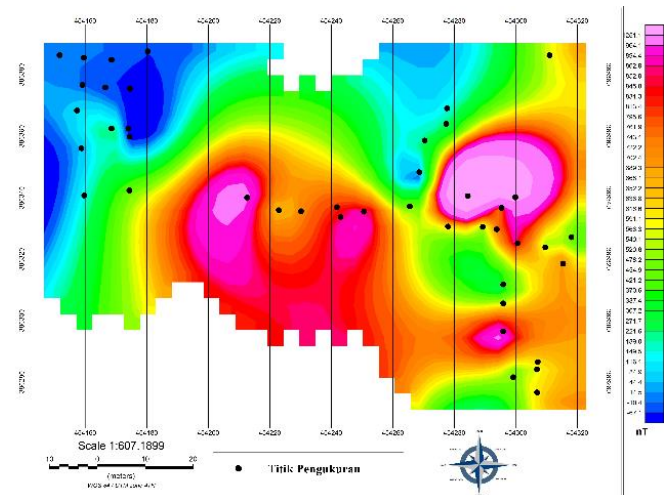
Kemudian melakukan kontinuitas ke atas atau pemisahan anomali yang dilakukan dengan menggunakan *software Oasis Montaj*. Setelah didapat peta kontur pemisahan anomali ini dilanjutkan dengan melakukan reduksi ke kutub untuk mengubah arah medan magnet yang semula *dipole* menjadi *monopole*. Selanjutnya dilakukan pemodelan 2D dengan menggunakan *software Zondgm2d* untuk mendapatkan pemodelan 2 dimensi pada struktur bawah permukaan daerah tempat penelitian dan yang terakhir melakukan interpretasi data.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

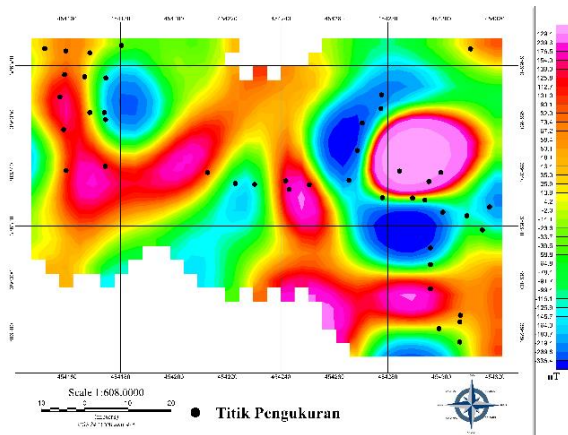
Anomali Magnetik Total



Gambar 3. Peta Anomali Magnetik Total.

Dari data magnetik yang telah dikoreksi harian dan nilai IGRF didapatkan nilai anomali magnetik total seperti gambar 3. Gambar 3 menunjukkan bahwa nilai intensitas medan magnet -67,1 nT sampai 1251,1 nT. Berdasarkan hasilnya, dapat dilihat bahwa warna biru tua-biru muda memiliki intensitas rendah dengan nilai medan magnet total -67,1 nT hingga 221,6 nT; warna hijau tua-hijau muda memiliki intensitas sedang dengan nilai medan magnet total 271,7 nT hingga 568,3 nT; dan warna kuning-merah muda memiliki intensitas tinggi dengan nilai medan magnet total 591,1 nT hingga 1251,1 nT. Peta anomali magnetik total ini masih memiliki ambiguitas yang tinggi seperti mengandung unsur anomali residual (dangkal) serta masih memiliki dua kutub (dipol), maka dari itu peta anomali magnetik total perlu dilakukan pemisahan anomali terlebih dahulu serta mereduksi salah satu kutubnya.

Kontinuasi Ke Atas

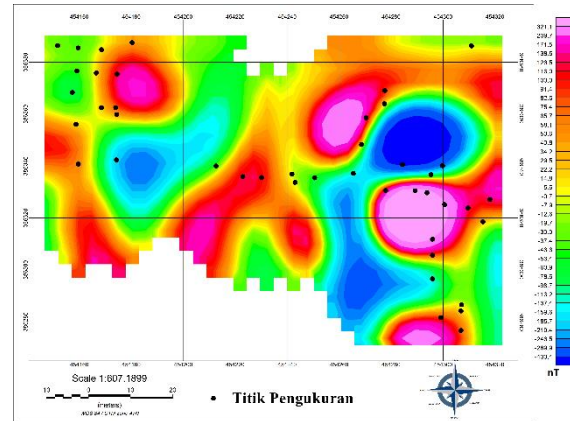


Gambar 4. Peta Kontinuasi ke Atas terhadap Anomali Residual.

Kontinuasi ke atas bertujuan untuk menghilangkan pengaruh lokal anomali residual [13]. Peta dibawah ini terlihat bahwa kontur anomali residual memiliki kontur yang bervariasi, kontur yang bervariasi ini menggambarkan sumber anomali bawah permukaan yang dekat dengan permukaan seperti gambar 4.

Pada gambar 4 terlihat bahwa peta yang memiliki nilai anomali medan magnetik berkisar -336,4 nT sampai 429,4 nT. Anomali medan magnetik rendah berada pada bagian barat, timur dan sedikit pada bagian selatan memiliki nilai berkisar -336,4 nT sampai -126,9 nT, anomali medan magnetik tinggi berada hampir di seluruh daerah penelitian dengan bentuk memanjang memiliki nilai berkisar 4,2 nT – 429,4 nT. Namun pada peta anomali residual ini masih memiliki ambiguitas yaitu masih terdapat dua kutub (dipol), maka harus dilakukan reduksi ke kutub agar dapat menghilangkan salah satu kutub, sehingga dapat dilakukan interpretasi dengan mudah.

Reduksi Ke Kutub

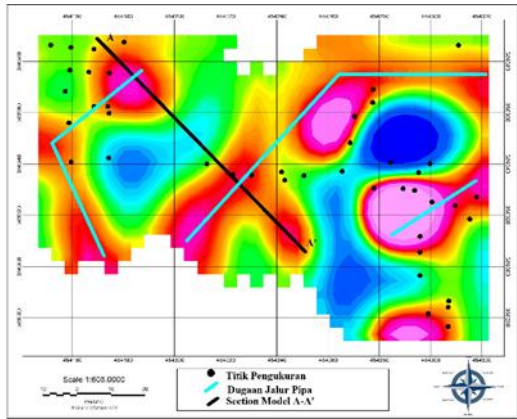


Gambar 5. Peta Reduksi ke Kutub.

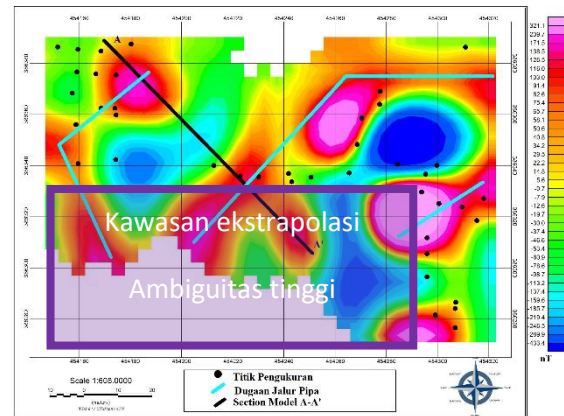
Reduksi ke kutub digunakan untuk mengurangi deklinasi dan inklinasi data medan magnet. Adanya perbedaan nilai inklinasi dan deklinasi di antara masing-masing wilayahlah yang mendorong transformasi ini, sehingga bertujuan untuk mengubah medan magnet dilokasi pengukuran menjadi medan magnet dikutub magnet utara [14]. Reduksi ke kutub dilakukan dengan mengubah arah medan magnet dari dipole menjadi monopole. Untuk mencapai tujuan ini dilakukan dengan cara diinklinasi menjadi 90° dan dideklinasi menjadi 0° [13]. Demikian monopol anomali yang dihasilkan berasal dari sumber yang sama dan di reduksi ke kutub ini dilakukan dengan menggunakan *software Oasis Montaj* seperti gambar 5. Pada daerah penelitian tersebut terlihat bahwa memiliki nilai anomali medan magnetik berkisar -433,4 nT sampai 321,1 nT.

Pemodelan 2D Magnetik

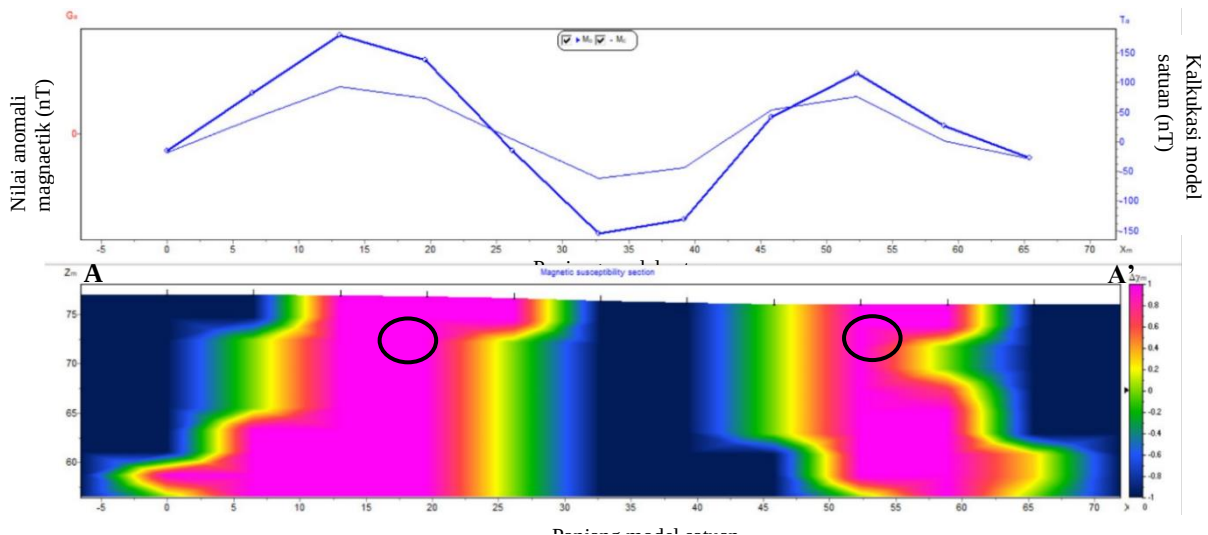
Pada pemodelan 2 dimensi magnetik ini yang berarah di Barat Laut – Tenggara.



Gambar 6. Peta Kontur Dugaan Anomali.



Gambar 6. Peta Kontur Dugaan Anomali.



Gambar 7. Pemodelan 2 Dimensi.

Dapat dilihat juga pada bagian atas model terdapat grafik data observasi magnetik (garis biru tegas) dengan grafik data kalkulasi model (garis biru tipis), kedua grafik tersebut memiliki pola yang sama dan juga agak berhimpit yang artinya model bawah permukaan yang dibangun mendekati data observasi magnetik. Pada model 2D dibawah ini terlihat bahwa terdapat 2 anomali yaitu anomali tinggi yang diduga sebagai pipa dan anomali rendah yang diduga sebagai litologi lempung. Pada nilai kontras suseptibilitas tinggi berkisar 0,4 SI

sampai 1 SI yang ditandai dengan warna jingga sampai merah muda dengan kedalaman 2 sampai 4 m dibawah permukaan dengan elevasi 71 m - 73 m yang diduga berasosiasi dengan pipa besi feromagnetik yang diduga bahwa objek anomali ini adalah besi yang berasal dari pipa air yang menjadi objek anomali pengukuran ini. Pada nilai kontras suseptibilitas rendah berkisar -1 – (-0,4) SI dengan kedalaman 0 – 20 m dibawah permukaan diduga berasosiasi dengan lempung yang ditandai dengan warna biru

tua – biru muda. Pada penelitian ini dapat dipastikan bahwa itu jalur pipa metal karena litologi pada daerah penelitian adalah batuan sedimen yaitu lempung yang dimana batuan lempung termasuk ke dalam kategori batuan non-magnetik (tidak terdapat mineral magnetik). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa mayoritas subjek penelitian adalah litologi lempung dan penyebab anomali ini berasal dari pipa feromagnetik dengan nilai intensitasnya lebih besar dari 1 [15]. Dan terbukti nilai intensitas daerah penelitian adalah sebesar 0,5 SI sampai 1,3 SI dan dalam rentang ini termasuk kedalam kategori kemagnetkan feromagnetik. Dan letak dugaan keberadaan pipa air ini dominan di arah timur laut – barat daya yang ditandai dengan biru memanjang.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengolahan diatas bahwa keberadaan letak pipa air bawah permukaan bumi dengan menggunakan metode geomagnetik adalah dengan berdasarkan sebaran anomali medan magnetik, nilai anomali yang tinggi yang berada hampir diseluruh daerah penelitian dengan bentuk memanjang dengan arah dominan timur laut – barat daya. Struktur bawah permukaan bumi dengan menggunakan metode geomagnetik adalah pada model 2D pada gambar 6 terlihat bahwa ada 2 anomali yaitu anomali tinggi yang diduga sebagai pipa dan anomali rendah yang diduga sebagai litologi lempung. Pada nilai kontras suseptibilitas tinggi berkisar 0,2 – 1 SI dengan kedalaman 2 – 4 m dibawah permukaan dengan elevasi 71 m - 73 m yang diduga berasosiasi dengan pipa metal yang berada di barat laut dan tenggara, pada nilai kontras suseptibilitas rendah berkisar -1 – (-0,4) SI dengan kedalaman 0 – 20 m dibawah permukaan diduga berasosiasi dengan lempung yang ditandai dengan warna biru tua sampai biru muda.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih kepada BMKG Stasiun Geofisika Tuntungan yang telah memberikan kesempatan kepada peneliti untuk melakukan pengukuran menggunakan alat PPM.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Djamal and R. Nanda Setiadi, "Pengukuran Medan Magnet Lemah Menggunakan Sensor Magnetik Fluxgate dengan Satu Koil Pick-Up," *ITB J. Sci.*, vol. 38, no. 2, pp. 99–115, 2006, doi: 10.5614/itbj.sci.2006.38.2.2.
- [2] R. H. Noor, I. Ishaq, J. Jarwanto, and D. Priono, "Eksplorasi Akuifer Air Bawah Tanah Menggunakan Metode Tahanan Jenis 2D Di Desa Selaru Kabupaten Kotabaru, Kalimantan Selatan," *Al Ulum J. Sains Dan Teknol.*, vol. 5, no. 2, p. 74, 2020, doi: 10.31602/ajst.v5i2.2886.
- [3] Noverita, "Skripsi," pp. 7823–7830, 2013.
- [4] W. A. Sulistyono, R. A. Imaniar, I. R. Santoso, T. R. Satria, and R. A. A. Soemitro, "Studi Pengaruh Pembebanan Statis dan Dinamis Terhadap Pondasi Dangkal dengan Perkuatan Tiang Buis dari Komposisi Optimal Beton yang Menggunakan Material Limbah di Kabupaten Bangkalan (Pemodelan di Laboratorium)," *J. Tek. ITS*, vol. 1, no. 1, pp. 24–29, 2012.
- [5] H. I. Sutaji, "Identifikasi Jenis Batuan Bawah Permukaan Sebagai Kajian Awal Perencanaan Pembuatan Pondasi Bangunan Menggunakan Metode Resistivitas," *J. Fis. Sains dan Apl.*, vol. 1, no. 1, pp. 32–42, 2016.
- [6] M. Syukri, "Pengantar Geofisika," *Pap. Knowl. . Towar. a Media Hist. Doc.*, 2014.

- [7] C. P. Hunt, B. M. Moskowitz, and S. K. Banerjee, "Magnetic Properties of Rocks and Minerals: A Handbook of Physical Constants," *Rock Phys. Phase Relations*, vol. 3, p. 189–204, 1995.
- [8] M. Ulin Nuha ABA, T. Yulianto, and U. Harmoko, "Interpretasi Bawah Permukaan Daerah Sumber Air Panas Diwak-Derekan Berdasarkan Data Magnetik," *Youngster Phys. J.*, vol. 3, no. 2, pp. 129–134, 2014.
- [9] Rajab, P. Palloan, and A. Yani, "Interpretasi Model Anomali Magnetik Area Panas Bumi Daerah X Kabupaten Polewali Mandar," *J. Sains dan Pendidik. Fis.*, vol. 12, no. 2, pp. 209–218, 2016, [Online]. Available: <http://103.76.50.195/JSdPF/article/view/2175>
- [10] Z. Guo, D. Liu, Q. Pan, and Y. Zhang, "Jurnal Geofisika Terapan Pemodelan ke depan dari anomali magnetik total melalui pipa feromagnetik bawah tanah pseudo-2D," vol. 113, pp. 14–30, 2015.
- [11] W. Utama, D. Desa Warnana, S. Bahri, and A. Hilyah, "Eksplorasi Geomagnetik untuk Penentuan Keberadaan Pipa Air di Bawah Permukaan Bumi," *J. Geosaintek*, vol. 2, no. 3, p. 157, 2016, doi: 10.12962/j25023659.v2i3.2099.
- [12] W. M. Telford, L. P. Geldart, and R. E. Sheriff, "Applied geophysics. 2nd edition," *Applied geophysics. 2nd edition*. 1990.
- [13] I. M. Fathonah, N. B. Wibowo, and Y. Sumardi, "Identifikasi Jalur Sesar Opak Berdasarkan Analisis Data Anomali Medan Magnet dan Geologi Regional Yogyakarta," *Indones. J. Appl. Phys.*, vol. 4, no. 02, p. 192, 2017, doi: 10.13057/ijap.v4i02.4990.
- [14] D. Y. Ulin Nuha and N. Avisena, "Daerah Sumber Air Panas Songgoriti Kota," *J. Neutrino*, vol. 4, no. 2, pp. 178–187, 2012.
- [15] M. Yusuf and M. Sanusi, "Interpretasi Anomali Magnetik Pada Penentuan Lokasi Baru Stasiun Magnet (Stasiun Geofisika Angkasa Jayapura)," pp. 1–23.