



Jenis Artikel: *original research/review article*

## Identifikasi bawah permukaan Komplek Indrapuri menggunakan Metode Magnetik

Dina Gunarsih<sup>1</sup>, Lia Fitria Rahmatillah<sup>1</sup>, Yurda Marvita<sup>2</sup>, Akmal Muhni<sup>1</sup>, Tarmizi Tarmizi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Teknik Geologi, Universitas Syiah Kuala

<sup>2</sup>Teknik Geofisika, Universitas Syiah Kuala

*Corresponding e-mail:* [dinagunarsih@usk.ac.id](mailto:dinagunarsih@usk.ac.id)

### KATA KUNCI:

Metode magnetik,  
Komplek  
Indrapuri,  
Serpentinit,  
peridotit

Diterima: 05 Mei 2023

Direvisi: 12 Juni 2023

Diterbitkan: 16 Juli 2023

Terbitan daring: 16 Juli 2023

**ABSTRAK.** Daerah Kuta Cot Glie tersusun dari batuan beku dan metamorf yang bermanfaat sebagai bahan galian C maupun potensi keberadaan mineral ekonomis. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi batuan di daerah penelitian beserta kedalamannya. Metode yang digunakan adalah metode magnetik yang mengukur medan magnet berasal dari bumi, diurnal, dan anomali magnetik. Untuk mendapatkan anomali magnetik, maka menggunakan koreksi IGRF dan diurnal. Hasil dari penelitian ini adalah kondisi bawah permukaan Kompleks Indrapuri yang terdiri dari serpentinit, batuan peridotit dan sedikit endapan laterit hasil pelapukan batuan ultramafik. Batuan serpentinit memiliki ketebalan mencapai 50 meter dan peridotit dengan ketebalan lebih dari 50 meter.

### 1. Pendahuluan

Secara geologi, Komplek Indrapuri tersusun dari campuran batuan beku, metamorf, dan sedimen (Bennet dkk., 1981; Sartika dkk., 2022). Keberadaan batuan - batuan ini menjadi menarik untuk dikaji karena batuan melange tersebut merupakan bukti terjadinya peristiwa tektonik. Karena tektonisme, batuan ultramafik yang menyusun mantel bumi bagian atas tersingkap ke permukaan saat ini. Batuan ultramafik dapat bermetamorfosa menjadi batuan serpentinit yang berguna sebagai material industri. Penelitian geofisika terbaru di Siron Blang, Kuta Cot Glie, Aceh besar mengestimasi ketebalan serpentinit cukup tebal, yaitu 10 - 35 m (Khalid dkk., 2021). Penelitian tersebut menggunakan metode geolistrik yang didasarkan pada sifat kemampuan batuan untuk menghantarkan

listrik, sedangkan pada kajian ini menggunakan metode magnetik yang didasarkan pada sifat kemagnetan batuan (Reynolds, 2011; Milsom, 2011). Pemilihan metode ini karena Komplek Indrapuri tersusun dari *melange* batuan beku ultramafik, batuan metamorf serpentinit dan sedimen (Bennet dkk., 1981; Sartika dkk., 2022), yang mana batuan ultramafik tersusun dari mineral olivin yang kaya unsur Fe dan Mg (Thayer, 1989; Sufriadin, 2017). Oleh karena tersusun dari unsur tersebut, maka batumannya akan memiliki nilai suseptibilitas yang tinggi (Reynolds, 2011). Sementara batuan metamorf serpentinit terbentuk dari mineral serpentin dengan nilai suseptibilitas yang rendah (Reynolds, 2011). Karena perbedaan sifat kemagnetan yang kontras ini, metode magnetik sangat cocok digunakan pada kajian ini (Reynolds, 2011)

Selain itu, batuan ultramafik juga tersusun dari mineral olivin yang kaya unsur Fe dan Mg, yang memungkinkan untuk terbentuk endapan laterit dan menghasilkan bijih besi sebagai salah satu sumber daya vital (Best, 2003; Sufriadin, 2017; Rahmatillah dkk., 2023). Oleh karena itu, kajian geofisika penting dilakukan untuk menentukan kondisi bawah permukaan dari area penelitian beserta kedalamannya.

Lokasi penelitian berada di Siron Blang, Kuta Cot Glie Aceh Besar yang secara geologi terdiri dari Komplek Indrapuri dan Formasi Selimum. Kajian ini hanya fokus kepada Komplek Indrapuri untuk dilakukan pengukuran menggunakan metode magnetik.

## 2. Metode Penelitian

Pengukuran menggunakan peralatan magnetik yang dilakukan secara berpindah dari satu titik ke titik lainnya dengan jarak antar titik 50 m (Everett, 2013). Selain itu juga mengukur data magnetik di stasiun kontrol sebagai titik kontrol untuk perubahan magnetik diurnal atau harian.

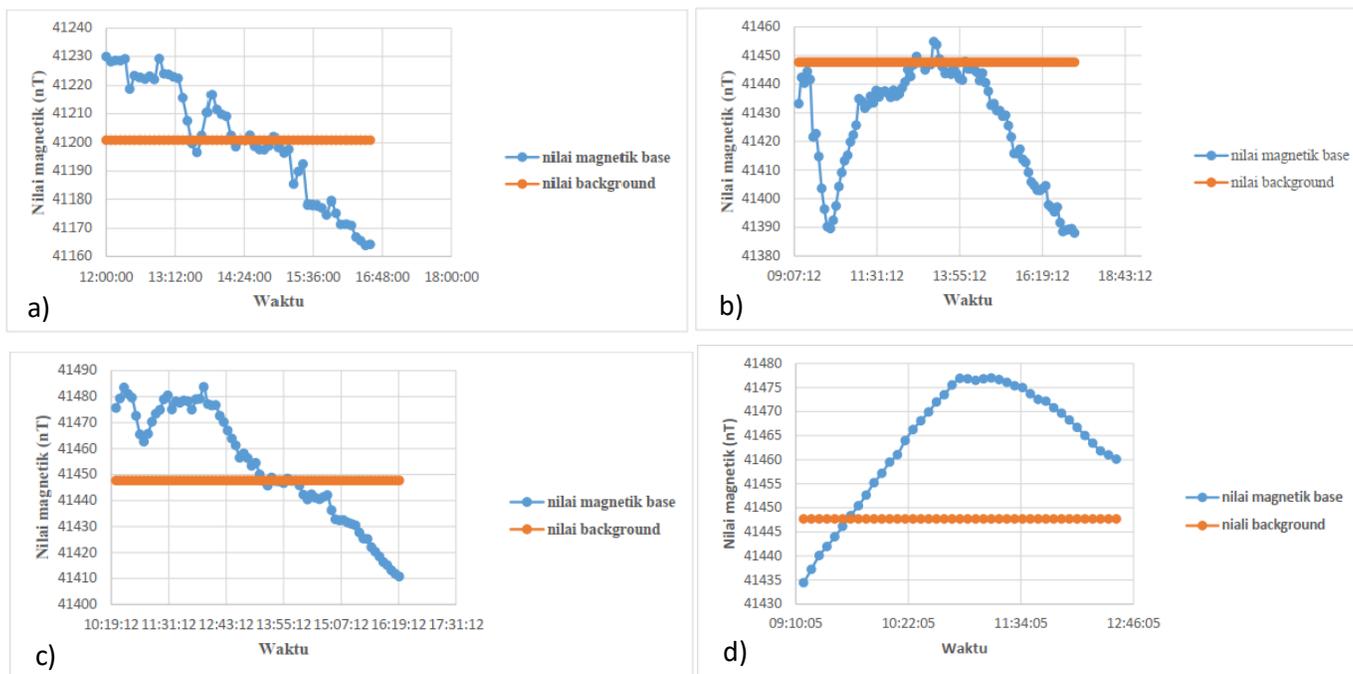
Metode magnetik ini merekam variasi kemagnetan yang dihasilkan dari medan potensial. Pada pengukuran ini, sifat kemagnetan yang terekam berasal dari medan magnetik dalam bumi, medan magnetik harian/ diurnal, dan medan magnetik yang berasal dari anomali magnetik objek yang dicari. Oleh karena itu, untuk mendapatkan anomali magnetik dari objek yang dicari, maka data magnetik harus dikoreksi. Beberapa koreksi yang digunakan adalah koreksi medan magnetik utama bumi dan koreksi diurnal (Milsom, 2011).

Koreksi medan utama bumi Koreksi medan utama bumi ini menggunakan koreksi dari Internasional Geomagnetic Reference Field (IGRF). Selain mendapatkan nilai medan utama bumi, nilai inklinasi dan deklinasi wilayah penelitian juga tersedia. Kedua nilai ini diperlukan untuk referensi pembacaan kontur anomali magnetik. Sedangkan koreksi diurnal dilakukan untuk menghilangkan nilai magnetik yang berasal dari perubahan medan magnetik aktivitas matahari. Koreksinya dilaksanakan dengan membuat titik kontrol yang mengukur medan magnetik di satu titik kontrol setiap 5 menit sekali (Milsom, 2011). Grafik nilai magnetik di titik kontrol ditampilkan pada Gambar 1. Sehingga rumusan nilai anomali magnetik menjadi:

$$\text{Nilai anomali magnetik} = \text{Nilai magnetik total} - \text{nilai IGRF} \pm \text{koreksi diurnal}$$

Dengan ketentuan, apabila nilai magnetik di *base station* lebih tinggi dari nilai *background*, maka nilai magnetik dilakukan pengurangan. Sebaliknya, penambahan pada nilai magnetik dilakukan apabila nilai pada *base station* lebih rendah dari nilai *background* (Reynolds, 2011; Milsom, 2011). Pengurangan dan penambahan nilai magnetik ini akan terlihat pada grafik hasil pengukuran seperti pada Gambar 2.

Anomali magnetik hasil koreksi merupakan anomali magnetik total dari anomali lokal dan regional. Oleh sebab itu, anomali ini dapat dipisahkan berdasarkan frekuensi, panjang gelombang, atau amplitudo kontur anomali magnetiknya. Tahapan ini membantu saat interpretasi kontur hasil pengolahan data. Proses penapisan data menggunakan perangkat lunak *Oasis Montaj* dengan tahapan meliputi reduksi ke ekuator dan pemotongan gelombang di atas 200 meter dan di bawah 200 meter (Everett, 2013; Florsh dkk., 2018).



**Gambar 1.** Grafik nilai magnetik titik kontrol pengukuran hari a) pertama, b) kedua, c) ketiga, d) keempat.

### 3. Hasil

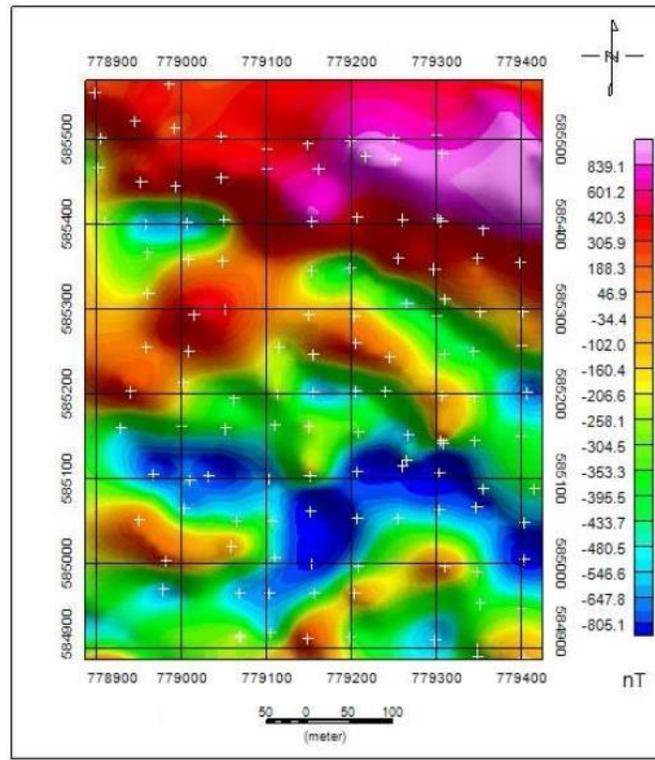
#### 3.1 Kontur Anomali Magnetik

Hasil pengukuran metode magnetik adalah berupa kontur anomali magnetik seperti pada Gambar 2. Interpretasi terhadap kontur tersebut adalah batuan yang memiliki nilai kemagnetan tinggi berada pada nilai magnetik terendah (berwarna biru pada kontur). Interpretasi demikian disebabkan karena wilayah penelitian memiliki sudut inklinasi  $I = -5.731^\circ$  dan sudut deklinasi  $D = -0.811^\circ$  dan harus direduksi menjadi sudut inklinasi  $I = 0^\circ$  dan sudut deklinasi  $D = 0^\circ$ . Oleh karena itu, interpretasi respon anomali magnetik berada pada nilai magnetik terendah (Dobrin dan Savit, 1988; Reynolds, 2011; Everett, 2013; Florsch dkk., 2018).

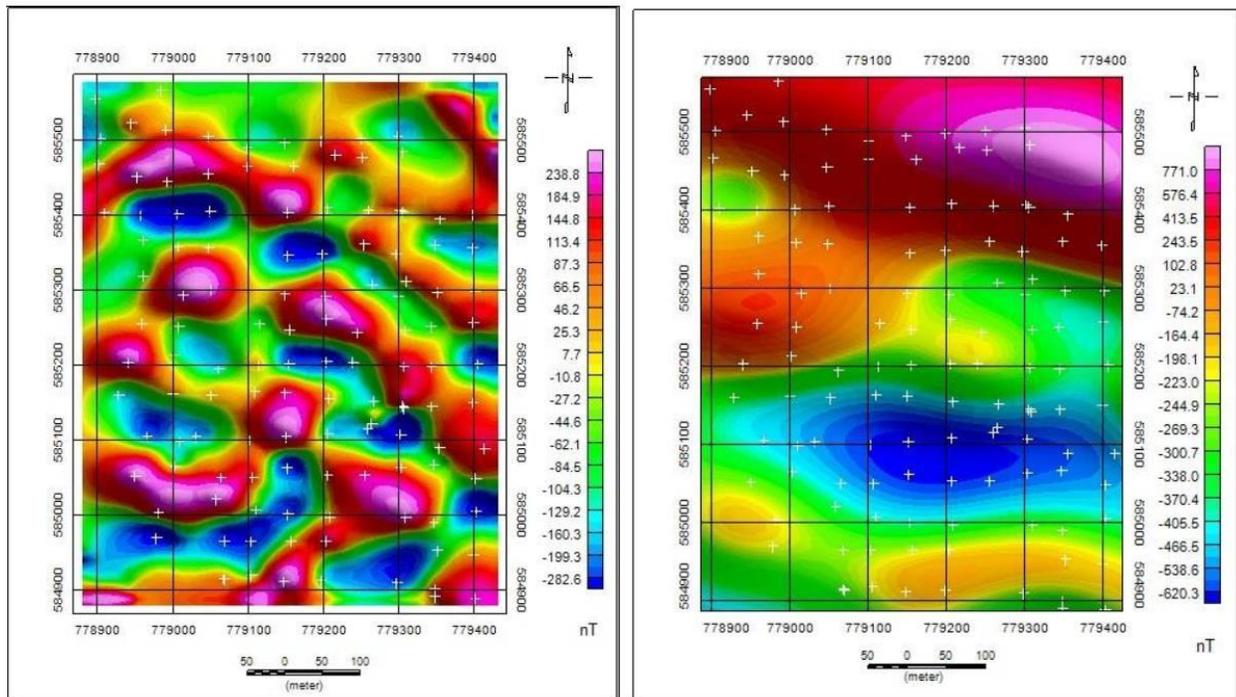
Berdasarkan kontur tersebut, sebelah utara wilayah pengukuran terdapat batuan yang memiliki kemagnetan tinggi, sementara di selatan area pengukuran tersusun dari lapisan batuan yang memiliki nilai kemagnetan rendah. Akan tetapi, interpretasi secara kualitatif ini tidak mengetahui jenis lapisan dan kedalaman batuan tersebut. Untuk mengetahui jenis batuan dan kedalamannya, maka dilakukan pemodelan. Pemodelan ini dibuat merujuk pada kontur yang telah dipisahkan antara anomali dangkal dan anomali dalam (Reynolds, 2011).

#### Filter gelombang 200

Pada pemisahan gelombang ini, dilakukan pemotongan gelombang di atas 200 meter dan di bawah 200 meter (Rusydy dkk., 2011). Pemotongan gelombang di bawah 200 meter akan menghasilkan kontur anomali magnetik yang berasal dari objek atau lapisan batuan dangkal (Gambar 3a). Sedangkan pada pemotongan gelombang di atas 200 meter menghasilkan kontur dengan anomali magnetik yang berasal dari objek atau lapisan batuan dengan kedalaman yang lebih dalam (Gambar 3b). Terlihat bahwa di bagian utara area pengukuran terdapat beberapa anomali dengan nilai kemagnetan tinggi (Gambar 3a), namun pada Gambar 3b anomali dengan kemagnetan tinggi tersebut tidak ada. Artinya, lapisan batuan yang memiliki kemagnetan tinggi hanya ada di kedalaman dangkal dan tidak menerus ke kedalaman lebih dalam.



Gambar 2. Kontur anomali magnetik setelah reduksi ke ekuator ( $I = 0^\circ$ ,  $D = 0^\circ$ )



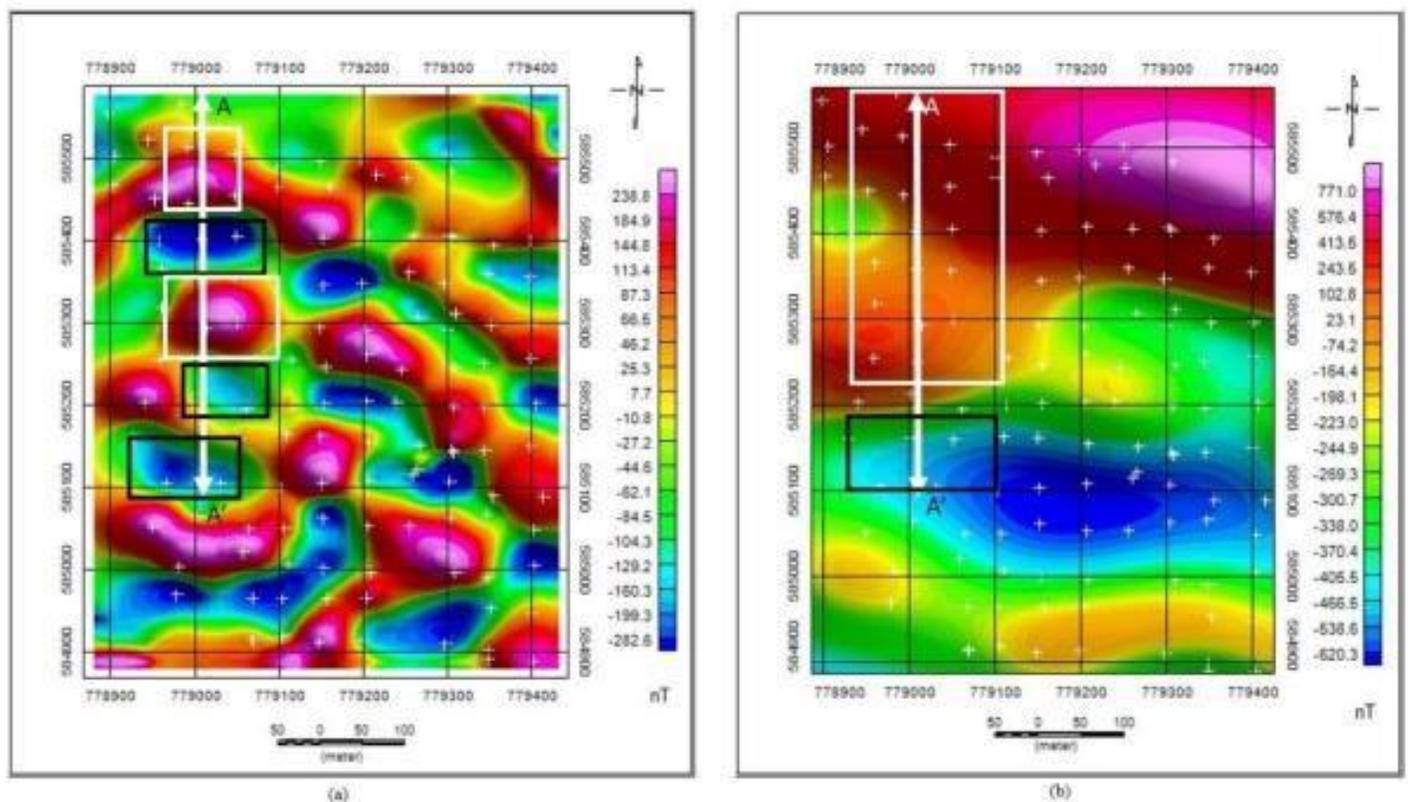
Gambar 3. Pemotongan gelombang a) di bawah 200, b) di atas 200.

### 3.2 Model Bawah Permukaan Komplek Indrapuri

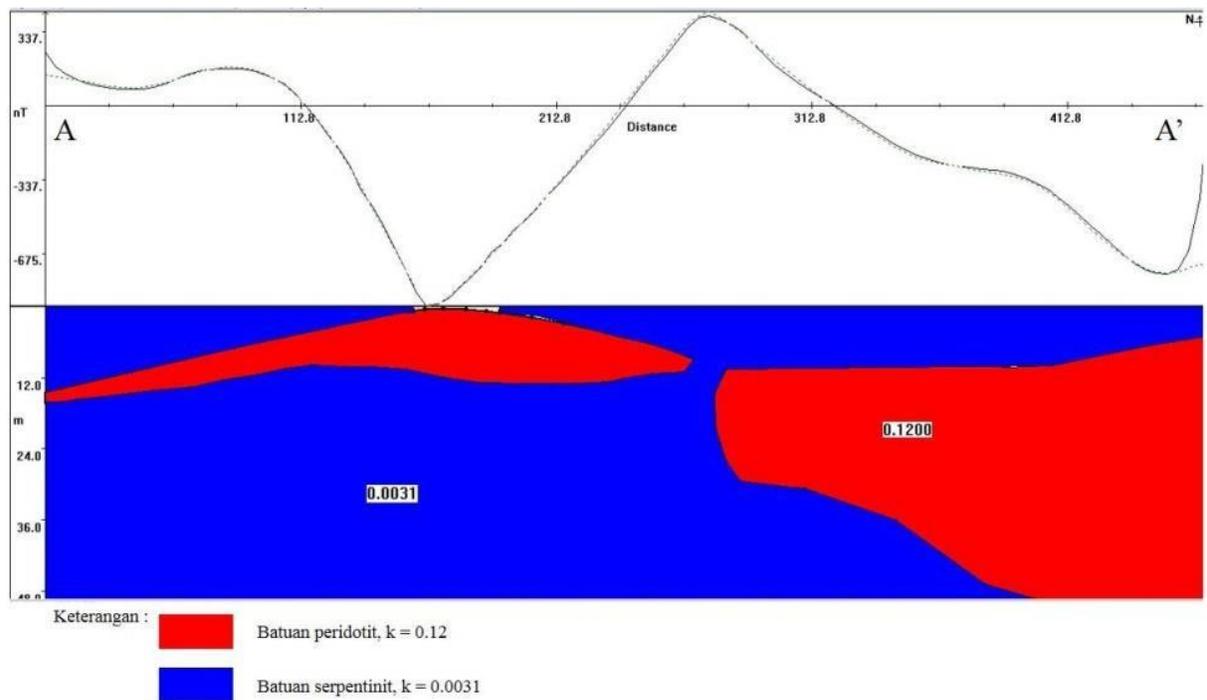
Pemodelan bawah permukaan ini dibuat untuk menentukan jenis batuan, kedalaman, bentuk dan sifat fisik seperti suspetibilitas pada lapisan batuan. Model pendugaan anomali bawah permukaan dilakukan dengan membuat sayatan pada lintasan yang memiliki kontras anomali magnetik (Reynolds, 2011). Pada kajian ini terdapat dua penampang lintasan yaitu lintasan A – A' dan B – B'.

#### a) Lintasan A-A'

Berdasarkan interpretasi kualitatif, pada lintasan A – A' terdapat lapisan dengan kemagnetan tinggi yang menerus kedalamannya dan terdapat pula lapisan dengan kemagnetan tinggi hanya pada kedalaman dangkal (Gambar 4). Hasil pemodelan lintasan A – A' diperoleh batuan serpentinit memiliki suseptibilitas 0,0031 dalam SI dengan kedalaman mencapai 50 meter (Gambar 5). Selain itu juga terdapat batuan dengan suseptibilitas 0,12 dalam SI yang diinterpretasikan sebagai batuan peridotit (Reynolds, 2011). Nilai suseptibilitas batuan beku relatif tinggi dibandingkan batuan metamorf (Reynolds, 2011)



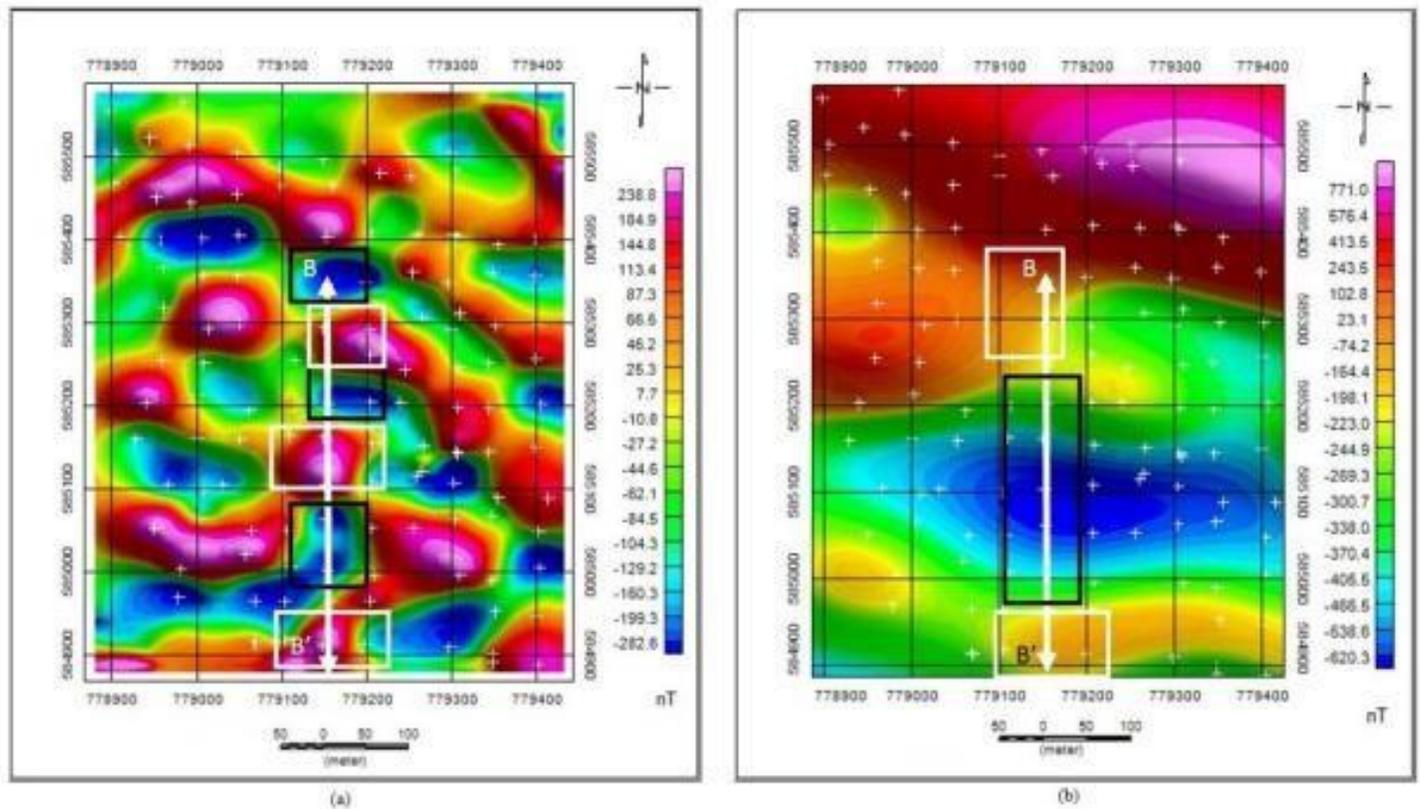
**Gambar 4.** Kontur anomali magnetik pada lintasan A – A', dengan panjang gelombang a) di bawah 200 meter b) di atas 200 meter (catatan: kotak hitam anomali kemagnetan tinggi, kotak putih anomali kemagnetan rendah)



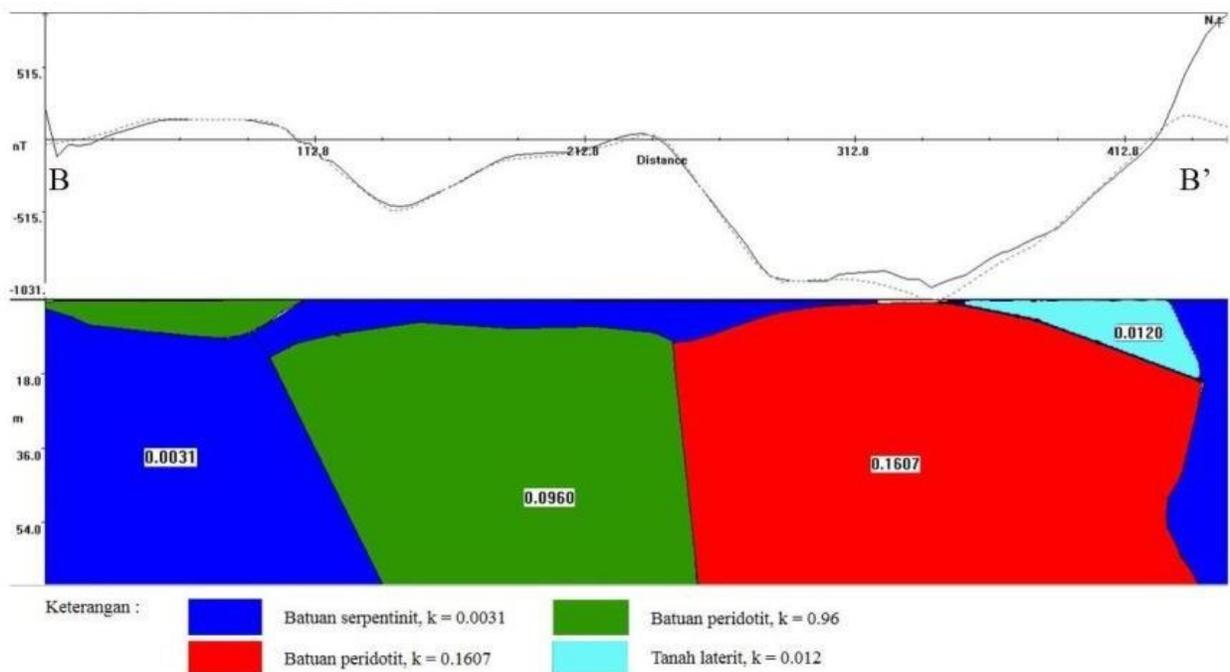
**Gambar 5.** Model anomali bawah permukaan lintasan A - A'.

*b) Lintasan B- B'*

Pada lintasan B - B' terdapat anomali magnetik tinggi pada bagian utara lintasan yang hanya berada pada kedalaman dangkal (Gambar 6). Hasil pemodelan bawah permukaannya, anomali magnetik yang tinggi pada bagian utara lintasan tersebut adalah batuan peridotit dengan nilai suseptibilitas 0,096 dalam SI (Gambar 7). Di titik lain juga terdapat lapisan batuan peridotit dengan nilai suseptibilitas 0,1607 dalam SI dengan kedalaman lebih dari 50 meter. Lintasan B- B' juga tersusun dari batuan serpentinit dengan nilai suseptibilitas 0,0031 dalam SI. Di bagian selatan pada profil lintasan ini terdapat endapan tanah laterit dengan suseptibilitas 0,0120 dalam SI (Reynolds, 2011) dan kedalamannya cukup dangkal dari satu meter hingga 15 meter.



**Gambar 6.** Kontur anomali magnetik pada lintasan B - B', dengan panjang gelombang a) di bawah 200 meter b) di atas 200 meter. (catatan: kotak hitam anomali kemagnetan tinggi, kotak putih anomali kemagnetan rendah).



**Gambar 7.** Model anomali bawah permukaan lintasan B - B'.

#### 4. Pembahasan

Komplek Indrapuri tersusun dari campuran batuan beku, metamorf dan sedimen atau yang disebut sebagai *melange*. Hasil pengukuran menggunakan metode geofisika, batuan beku tersebut diinterpretasikan adalah batuan peridotit (Reynolds, 2011). Hal ini juga didukung oleh kondisi geologi daerah penelitian yang tersusun dari batuan ultramafik (Bennet dkk., 1981). Batuan peridotit merupakan batuan beku ultramafik yang tersusun dari mineral mengandung banyak unsur Fe dan Mg seperti olivin. Batuan ini juga yang batuan beku plutonik yang terbentuknya berada jauh di bawah permukaan bumi. Di wilayah pengukuran, batuan ini juga ditemukan di permukaan dalam kondisi berupa bongkah - bongkah. Hal tersebut kemungkinan karena batuan ini sudah tersingkap ke permukaan karena proses tektonik (Bennet dkk., 1981; Hall, 2019) dan mengalami pelapukan sehingga menjadi bongkahan. Kondisi pembentukannya jauh di bawah permukaan bumi membuat batuan ini sangat mudah mengalami pelapukan ketika berada pada kondisi atmosfer (Goldich; 1938; Bucher dkk., 2015). Hasil pengukuran menggunakan metode magnetik diperoleh bahwa nilai suseptibilitas batuan ini adalah 0,096 - 0,1607 dalam SI. Nilai suseptibilitas tersebut tergantung dari kandungan Fe pada batuan tersebut (Reynolds, 2011).

Di beberapa tempat juga di temukan endapan laterit yang berwarna merah kehitaman. Keberadaan laterit ini berkaitan dengan hasil pelapukan dari batuan peridotit tersebut. Pelapukan ini biasanya yang menghasilkan bijih besi bahkan nikel karena mineral penyusun batuan peridotit didominasi oleh unsur tersebut (Sufriadin dkk., 2017). Hasil pengukuran magnetik, endapan laterit ini memiliki suseptibilitas 0,0120 dalam SI. Nilai suseptibilitas ini lebih rendah dari batuan peridotit karena endapan ini merupakan hasil pelapukan, sehingga sifat kemagnetannya berkurang (Reynolds, 2011)

Selain batuan peridotit dan endapan laterit, di wilayah kajian juga diinterpretasikan terdapat batuan serpentinit. Serpentinit merupakan batuan metamorf yang terbentuk dari hasil metamorfosa batuan ultramafik. Diduga bahwa batuan peridotit ini mengalami metamorfosa sehingga terbentuk batuan serpentinit (O'Hanley, 1996; Abdel-Rahman dkk., 2022). Nilai suseptibilitas batuan serpentinit pada kajian ini adalah 0,0031 dalam SI. Nilai suseptibilitas batuan serpentinit sangat rendah karena batuan ini merupakan batuan metamorf yang komposisi penyusunnya adalah mineral serpentin (O'Hanley, 1996). Kehadiran batuan serpentinit di wilayah ini tersebar dan cukup tebal mencapai 50 m.

Kajian serpentinit di Kuta Cot Glie yang telah dilakukan oleh Khalid dkk. (2021) mendapatkan bahwa lapisan batuan serpentinit memiliki ketebalan mencapai 35 m dengan lapisan batuan terdiri dari tanah lanau pasiran serta lempung. Sementara pada kajian ini tidak ditemukan lapisan tanah lanau pasiran dan lempung, melainkan batuan peridotit dan endapan laterit. Hal ini karena Kuta Cot Glie tersusun dari Formasi Seulimuem dan Komplek Indrapuri (Bennet dkk., 1981), dimana pada kajian ini hanya dilakukan di Komplek Indrapuri yang menurut Bennet dkk. (1981) tersusun dari batuan peridotit, batuan serpentinit dan sedimen. Sementara Formasi Seulimuem tersusun dari batupasir tufaan dan gampingan, konglomerat serta batulumpur.

#### 5. Kesimpulan

Komplek Indrapuri tersusun dari batuan serpentinit dan peridotit yang cukup tebal dan di beberapa titik terdapat endapan laterit. Batuan serpentinit memiliki kedalaman mencapai 50 meter, batuan peridotit memiliki kedalaman lebih dari 50 meter, serta endapan laterit dengan kedalaman 0 - 15 meter.

Keberadaan batuan peridotit sangat menarik karena biasanya mengandung nikel bahkan bisa menghasilkan bijih besi. Endapan laterit juga menjadi bukti bahwa batuan ultramafik sudah mengalami pelapukan. Oleh karena itu, diperlukan kajian lebih lanjut terhadap batuan Komplek Indrapuri.

#### Ucapan Terimakasih

Ucapan terimakasih kepada laboratorium Teknik Geofisika Universitas Syiah Kuala.

#### Keterlibatan Penulis

DG melakukan akuisisi data, analisis data, menulis manuskrip. LFR melakukan akuisisi data, YM melakukan akuisisi data, AM melakukan akuisisi data, dan TT melakukan akuisisi data.

#### Daftar Pustaka

- Abdel-Rahman, A. M., El-Desoky, H. M., Shalaby, B. N. A., Awad, H. A., Ene, A., Heikal, M. A., El-Awny, H., Fahmy, W., Taalab, S. A., dan Zalaky, H. M. H. 2022. Ultramafic rocks and their alteration products from Northwestern Allaqi Province, Southeastern Desert, Egypt: Petrology, Mineralogy, and Geochemistry. *Frontiers in Earth Science*. Vol. 1, 1-27.
- Bennet, J.D., Bridge, D.McC., Cameron, N.R., Djunuddin, A., Ghazali, S.A., Jeffery, D.H., Kartawa, W., Keats, W., Rock, N.M.S., Thomson, S.J., and Whandoyo, R. 1981. *Geological Map Of The Banda Aceh Quadrangle, Sumatra*. Bandung, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Best, M.G. 2003. *Igneous and Metamorphic Petrology*. United Kingdom, Blackwell Science Ltd.
- Bucher, K., Stober, I. dan Muller-Sigmund, H. 2015. Weathering crusts on peridotite. *Contribution to Mineralogy and Petrology*. Vol 169 (52), 1 - 15.
- Dobrin, M.B. dan Savit, C.H. 1988. *Introduction to Geophysical Prospecting*. Singapore, McGraw - Hill.
- Everett, M.E. 2013. *Near-surface Applied Geophysics*. United Kingdom, Cambridge University Press.
- Florsch, N., Muhlach, F., dan Kammenthaler, M. 2018. *Everyday Applied Geophysics 2*. United Kingdom, ISTE Press Ltd.
- Goldich, S. S. 1938. A study in rock-weathering. *The Journal of Geology*. Vol. 46 (1), 17 - 58.
- Hall, R. 2009. *Indonesia, Geology*. In R. Gillespie & D. Clague (Ed.), *Encyclopedia of Islands*. Berkeley, University of California Press.
- Khalid, M.R., Syamsudin, F., Zaini, N., dan Sugiyanto, D. 2021. Application of 2D resistivity method to determine serpentinite rocks in Kuta Cot Glie, Aceh Besar. *Journal of Aceh Physics Society*. Vol. 10 (1), 12-16.
- Reynolds, J.M. 2011. *An Introduction to Applied and Environmental Geophysics*. United Kingdom, John Wiley & Sons Ltd.
- Milsom, J. 2011. *Field Geophysics*. England, John Wiley & Sons.
- O'Hanley, D. S. 1996. *Serpentinites: Records of Tectonics and Petrologic History*. New York, Oxford University Press.
- Rahmatillah L. F., Gunarsih, D., Sartika, D., dan Muhni, A. 2023. Aplikasi metode magnetik untuk identifikasi sebaran bijih besi dalam dan dangkal. *Jurnal Hadron*. Vol.5 (1), 15 - 23.
- Rusydy, I. Dan Samsudin, A. R. 2011 Teknik penapisan data geomagnet untuk mendeteksi keberadaan bijih besi di Temangan Kelantan, Malaysia. *Conference : Aceh Development Internasional Conference*, Malaysia.
- Sartika, D., Gunawan, R., Muhni, A., dan Adrian, F. 2022. Petrogenesis of Igneous Rock in Siron Krueng Area, Kuta Cot Glie District, Aceh Regency, Aceh Province. *Journal of Aceh Physics Society*. Vol. 11 (1), 8 - 16.
- .Sufriadin, Widodo, S., dan Thamrin, M. 2017. Karakteristik mineral bijih pada batuan ultramafik di daerah Latao, Kolaka Utara, Propinsi Sulawesi Tenggara. *Proceeding Seminar Nasional Kebumihan*, Yogyakarta.
- Thayer, T.P. 1989. *Ultramafic rocks*. In : *Petrology, Encyclopedia of Earth Science*. Boston, Springer.