

IDENTIFIKASI KEBERADAAN JALUR GOA BAWAH TANAH (*BUNKER*) BERDASARKAN ANALISIS DATA MAGNETIK DI DESA JEMBAYAN

Suryadi¹, *Supriyanto^{1,2}, Djayus¹

¹Program Studi Fisika, FMIPA, Universitas Mulawarman

²Laboratorium Geofisika FMIPA, Universitas Mulawarman

*Corresponding Author: geo_unmul08@yahoo.com

ABSTRACT

Existence of underground cave (bunker) in Jembayan has been known for long, but underground pathway was sealed and lost due to landslide. Goal of this research is to identify existence of underground cave (bunker) pathway based on magnetic data analysis. Topographic data acquisition with Theodolit and magnetic data acquisition with Geotron Model G5 Proton Memory Magnetometer at May 2nd 2019 with 98 observation point and space between observation point of 5 meters. Data processing carried out with diurnal variation corection, IGRF correction,. Upward continuation and reduce to pole. Modeling cared out by analyzing magnetic field anomaly that has been reduced to pole and upward continuation with 10 m height. Based on the analysis results and pathway cave magnetic data interpretation in Jembayan area shows existence of continuity from observation bunker and main bunker to north direction confirmed by higher magnetic field value between 230.1 to 2541 nT.

Keyword : bunker, magnetic field, upward continuation and reduce to pole

ABSTRAK

Keberadaan gua bawah tanah (bunker) di Jembayan sudah lama diketahui, namun jalur bawah tanah tertutup rapat dan hilang akibat longsor. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi keberadaan jalur gua bawah tanah (bunker) berdasarkan analisis data magnetik. Akuisisi data topografi dengan Theodolit dan akuisisi data magnetik dengan Geotron Model G5 Proton Memory Magnetometer pada tanggal 2 Mei 2019 dengan 98 titik pengamatan dan jarak antar titik pengamatan 5 meter. Pengolahan data dilakukan dengan koreksi variasi diurnal, koreksi IGRF,. Kelanjutan ke atas dan kurangi ke tiang. Pemodelan dilakukan dengan menganalisis anomali medan magnet yang telah direduksi menjadi kutub dan kelanjutan ke atas dengan ketinggian 10 m. Berdasarkan hasil analisis dan interpretasi data magnetik gua jalur di daerah Jembayan menunjukkan adanya kontinuitas dari bunker pengamatan dan bunker utama ke arah utara dikonfirmasi oleh nilai medan magnet yang lebih tinggi antara 230,1 hingga 2541 nT.

Kata Kunci : bunker, medan magnet, lanjutan ke atas dan reduksi ke kutub

1. PENDAHULUAN

Berdasarkan informasi dan referensi Ikatan Ahli Geologi Indonesia Kalimantan

Timur di Loa Kulu terdapat 2 bunker yaitu, bunker utama dan bunker pantau. Hasil observasi lapangan tinggi bunker utama dan

bunker pantau sekitar 0.5 meter hingga 1.5 meter pada bagian samping bunker terdapat lubang-lubang intip berukuran 15x20 cm dengan jangkauan pandang ke arah sungai Mahakam. Terdapat lapisan tanah penutup (*over burden*) berupa *top soil*. Berdasarkan informasi bunker tersebut digunakan Jepang sebagai titik pantau untuk mengetahui terlebih dulu kedatangan pihak Belanda atau Sekutu ketika akan memasuki Loa Kulu baik lewat jalur Jalan maupun sungai Mahakam.

Observasi di lapangan menunjukkan adanya ruang-ruang lain di sisi yang lebih rendah. Hal ini dibuktikan dengan ketukan yang diberikan di lantai bunker yang masih bisa dimasuki, yang menghasilkan suara pantul tertentu, sebagai indikasi ada rongga atau ruang lain di sisi lebih bawah. Belum diketahui dari arah mana masuk dan keluarnya bunker tersebut. Belum diketahui juga keberadaan jalur-jalur bunker di bukit tersebut, yang dimungkinkan sebagian sudah terkubur oleh tanah. Informasi keberadaan bunker Jepang dan jalur-jalur yang ada di dalam sampai saat ini belum ada referensi yang valid atau dapat dipercaya dan tidak pernah disebutkan dalam literatur pemerintah daerah Kutai Kartanegara.

Pada penelitian yang sudah ada sebelumnya menggunakan metode geofisika lainnya seperti GPR. Hasil dari metode ini menghasilkan profil atau *raw data*. Hasil pengolahan data GPR diinterpretasi untuk menentukan indikasi bunker berdasarkan kontras warna amplitudo yang dihasilkan, dimana kontras warna yang dilihat adalah kontras warna amplitudo udara. Dari hasil analisis data GPR yang dilakukan menunjukkan adanya indikasi bunker hanya berada pada lintasan A, B, E dan lintasan G, dengan kedalaman 0.05 meter–3.5 meter dan penyebaran titik-titik bunker berada pada lintasan A, lintasan B, lintasan E, lintasan G, dengan pola kemenerusan bunker yaitu pada arah tenggara-barat laut.

Berdasarkan uraian diatas, keadaan tersebut menarik untuk di teliti lebih lanjut keberadaan bunker Jepang dan jalur-jalurnya. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mendeteksi jalur goa bawah

tanah (bunker) ada metode geofisika khususnya metode geomagnet melalui identifikasi suseptibilitas batuan.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui keberadaan jalur-jalur goa bawah tanah (bunker) berdasarkan analisis data magnetik di Desa Jembayan, Kecamatan Loa Kulu, Kabupaten Kutai Kartanegara.

2. DASAR TEORI

Pengertian Bunker

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia goa bawah tanah (bunker) merupakan ruang perlindungan bawah tanah atau ruangan yang dibuat untuk digunakan sebagai pertahanan atau perlindungan dari serangan musuh. Umumnya bunker ini dibuat dengan cara dicor dengan memakai bahan batu (kerikil), pasir dan semen (Pamungkas, 2017).

Struktur Bunker di Jembayan

Struktur bunker Jepang tersebut merupakan padatan hasil perkawinan semen dan pasir batu (*sirtu*), yang sebagian dibuat sebagai bata persegi (semen dan pasir halus) maupun adonan kasar semen dan kerikil-kerakal untuk Struktur atap atau sekat antar ruang bunker. Tampak ada plat logam juga pada bagian sekat atap atau ruang antar bunker. Struktur bunker utama tersebut tampaknya menggunakan kontur alami bukit tersebut untuk penyangga bangunan bunkernya. Ketinggian bunker utama mencapai 15 meter (Anonim, 2015).

Gaya Magnetik

Charles Augustin de Coulomb pada tahun 1785 menyatakan bahwa gaya magnetik berbanding terbalik terhadap kuadrat jarak antara dua muatan magnetik, yang persamaannya mirip seperti Hukum gaya gravitasi Newton. Dengan demikian, apabila dua buah kutub m_1 dan m_2 dari *monopole* magnetik yang berlainan terpisah pada jarak r . Konsep dasar magnet adalah gaya Coulomb yang ditunjukkan pada persamaan sebagai berikut:

$$\vec{F} = \frac{m_1 m_2}{\mu_0 r} \hat{r} \quad (2.1)$$

Dimana \vec{F} adalah gaya Coloumb, m_1 dan m_2 adalah kuat kutub magnet (Nm/A), r adalah jarak kedua kutub (m), μ_0 adalah permeabilitas medium magnet (N/A²) (dalam ruang hampa = 1) (Telford, 1979).

Kuat Medan Magnet

Kuat medan magnet ialah besarnya medan magnet pada suatu titik dalam ruang yang timbul sebagai akibat kutub m yang berada sejauh r dari titik tersebut. Kuat medan magnet \vec{H} didefinisikan sebagai gaya pada satu satuan kutub seperti ditunjukkan pada persamaan berikut:

$$\vec{H} = \frac{\vec{F}}{m_2} = \frac{m_1}{\mu_0 r} \hat{r} \quad (1)$$

dimana satuan \vec{H} kuat medan yang terukur dalam SI adalah A/m (Reynold, 1995).

Intensitas Magnetik

Jika suatu benda terinduksi oleh medan magnet \vec{H} , maka besar intensitas magnetik yang dialami oleh benda tersebut adalah

$$\vec{M} = k \cdot \vec{H} \quad (2)$$

dimana, \vec{M} adalah intensitas magnetisasi, k adalah suseptibilitas magnetik (Reynold, 1995).

Koreksi Data Magnetik

Untuk memperoleh nilai anomali medan magnetik yang diinginkan, maka dilakukan koreksi terhadap data medan magnetik total hasil pengukuran pada setiap titik lokasi atau stasiun pengukuran, yang mencakup koreksi variasi harian dan koreksi IGRF.

Koreksi Variasi Harian (Diurnal Correction)

Koreksi variasi harian (*diurnal correction*) dilakukan karena adanya penyimpangan nilai medan magnetik bumi akibat perbedaan waktu dan efek radiasi matahari dalam satu hari. Waktu yang dimaksudkan harus mengacu atau sesuai dengan waktu pengukuran data medan magnetik di setiap titik lokasi yang akan dikoreksi. Apabila nilai variasi harian

negatif, maka dapat dituliskan dalam persamaan (Singarimbun, 2013).

$$\vec{H} = \vec{H}_{total} + \Delta\vec{H}_{harian} \quad (3)$$

Koreksi IGRF

Data hasil pengukuran medan magnetik pada dasarnya adalah kontribusi dari tiga komponen dasar, yaitu medan magnetik utama bumi, medan magnetik luar dan medan anomali. Nilai medan magnetik utama tidak lain adalah nilai IGRF. Jika nilai medan magnetik utama dihilangkan dengan koreksi harian, maka kontribusi medan magnetik utama dihilangkan dengan koreksi IGRF. Akses nilai IGRF dapat diketahui melalui web www.ngdc.noaa.gov.

Menurut Tim Geomagnet (2010), koreksi IGRF adalah koreksi yang dilakukan terhadap data medan magnet terukur untuk menghilangkan pengaruh medan utama magnet bumi. Koreksi ini dapat dilakukan dengan cara mengurangi nilai IGRF terhadap nilai medan magnetik total yang telah terkoreksi harian pada setiap titik pengukuran pada posisi geografis yang sesuai. Persamaan koreksinya dapat dituliskan sebagai berikut (Telford, 1990).

$$\Delta\vec{H} = \vec{H}_{total} \pm \Delta\vec{H}_{harian} \pm \vec{H}_{IGRF} \quad (4)$$

Kontinuasi ke Atas (Upward Continuation)

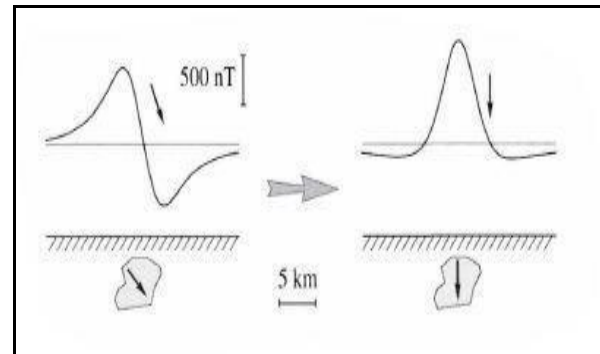
Suatu proses perubahan data medan potensial yang diukur pada suatu bidang permukaan, menjadi data yang seolah-olah diukur pada bidang permukaan lebih ke atas disebut kontinuasi ke atas. Metode ini juga merupakan salah satu metode yang sering digunakan karena dapat mengurangi efek dari sumber anomali dangkal, yang diilustrasikan pada Gambar 1 (Blakely, 1995).



Gambar 1 Ilustrasi kontinuasi ke atas (Telford, 1990).

Reduksi ke Kutub (*Reduction to Pole*)

Reduksi ke kutub adalah salah satu filter pengolahan data magnetik untuk menghilangkan pengaruh sudut inklinasi magnetik. Filter tersebut diperlukan karena sifat dipole anomali magnetik menyulitkan interpretasi data lapangan yang umumnya masih berpola asimetrik. Hasil dari reduksi ke kutub menunjukkan anomali magnetik menjadi satu kutub. Hal ini ditafsirkan posisi benda penyebab anomali medan magnet berada dibawahnya. Pada Gambar 2 memproyeksikan gambaran sebelum dan sesudah di reduksi ke kutub, pada gambar sebelah kiri yaitu sebelum direduksi ke kutub, anomali dipengaruhi oleh dua acuan yang mengakibatkan penggambaran anomalnya berada pada tengah-tengah antara acuan satu yang keatas dan acuan kedua yang kearah bawah. Sedangkan pada gambar sebelah kanan adalah penggambaran anomali yang sudah direduksi ke kutub dimana anomalnya hanya dipengaruhi oleh satu acuan, sehingga dapat mempermudah dalam pemodelan (Indratmoko, 2009).



Gambar 2 Anomali magnetik sebelum dan setelah direduksi ke kutub (Blakely, 1995).

3. METODOLOGI PENELITIAN

Waktu penelitian ini berlangsung mulai dari bulan Maret sampai dengan Mei dan bertempat di Desa Jembayan, Kecamatan Loa Kulu, Kabupaten Kutai Kartanegara.

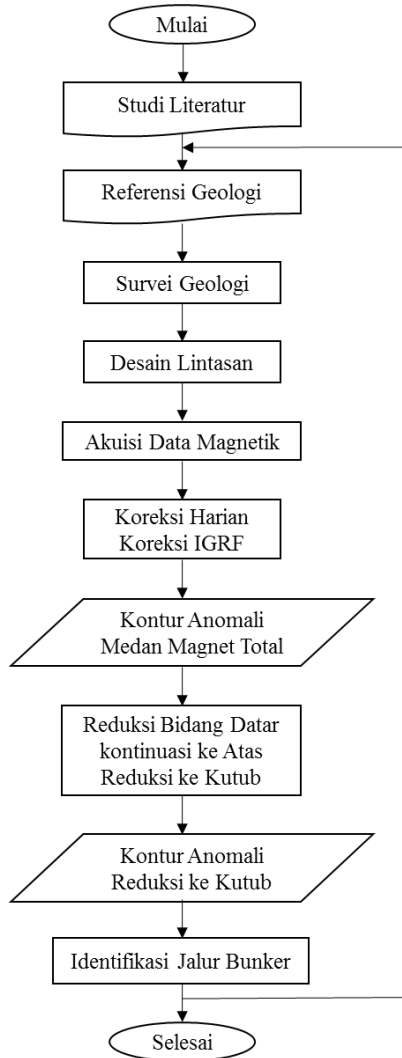


Gambar 3 Lokasi Penelitian (Google Earth, 2019)

Metode pengukuran dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu *looping* dan *base and rover*. Cara *looping* hanya menggunakan satu alat, dengan pengukuran harus diawali dan diakhiri di *base*. Sedangkan cara *base and rover* menggunakan dua alat, yaitu satu alat diletakkan di *base* untuk mencatat variasi harian medan magnet dan satu alat lainnya mengukur titik-titik pengukuran yang telah ditentukan. Cara pengambilan data medan magnet yang digunakan dalam penelitian ini adalah cara *looping*, sehingga satu alat digunakan sekaligus untuk mencatat variasi harian medan magnet dan pengukuran medan magnet di setiap titik.

Pengambilan data magnetik diawali dengan kalibrasi alat. Kalibrasi dilakukan dengan melakukan proses *tuning* atau memilih kuat sinyal (*signal strength*) yang

sesuai dengan nilai medan magnet di daerah penelitian. Daerah penelitian memiliki nilai IGRF 41482 nT, nilai deklinasi 0.282° dan nilai inklinasi -16.5368° .

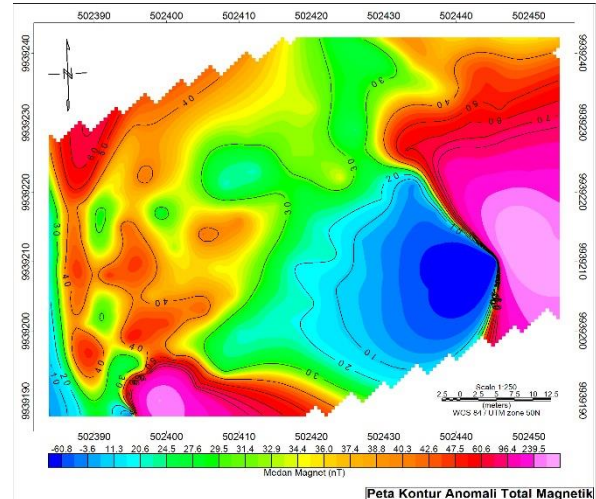


Gambar 3 Diagram Alir Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Anomali Medan Magnet Total

Berdasarkan tabel hasil Anomali medan magnet total dilakukan *gridding* sehingga menghasilkan pola kontur seperti gambar dibawah.

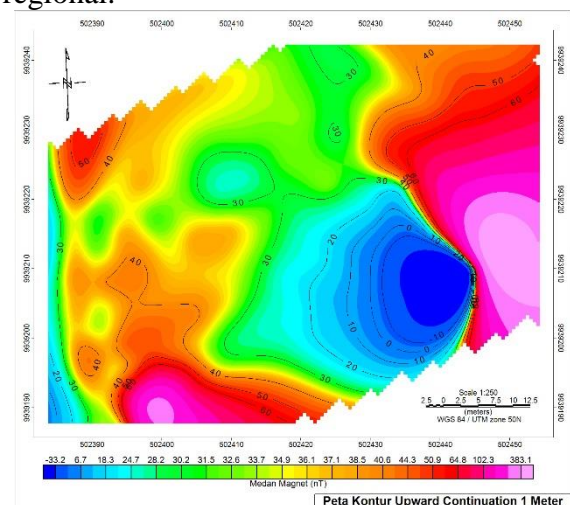


Gambar 4 Peta Kontur Anomali total Magnetik

Berdasarkan kontur anomali magnet total memiliki nilai medan magnet berkisar antara -227 hingga 1332 nT. Nilai suseptibilitas minimum ditunjukkan dengan warna biru sedangkan nilai suseptibilitas maksimum ditunjukkan dengan warna merah muda.

Pengangkatan ke Atas (*Upward Continuation*)

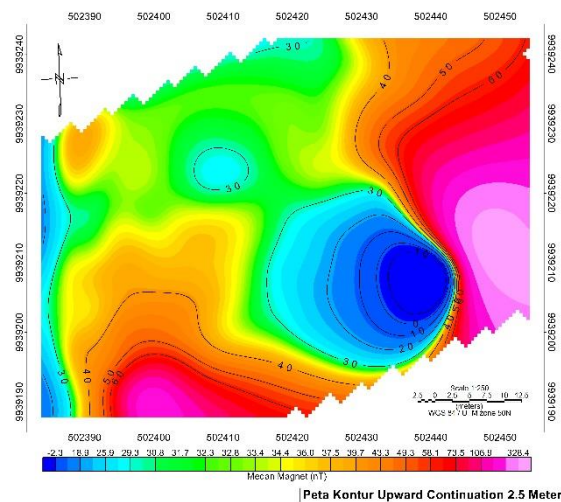
Proses ini bertujuan untuk menghilangkan pengaruh lokal dan menyisakan anomali regional.



Gambar 5 Peta Kontur Upward Continuation 1 Meter

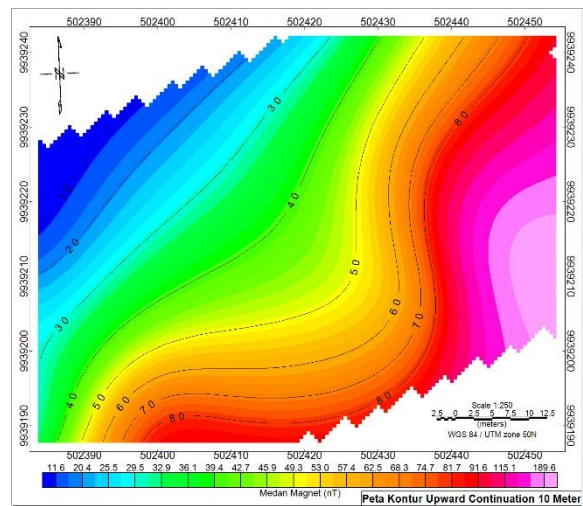
Berdasarkan pola penyebaran anomali regional magnetik minimum ditunjukkan dengan warna biru mempunyai nilai medan magnet berkisar -33.2 nT. Untuk Berdasarkan pola penyebaran anomali regional magnetik maksimum ditunjukkan dengan warna merah muda mempunyai nilai medan magnet berkisar 383.1 nT.

Berdasarkan pola penyebaran anomali regional magnetik minimum ditunjukkan dengan warna biru mempunyai nilai medan magnet berkisar -22.5 nT. Untuk Berdasarkan pola penyebaran anomali regional magnetik maksimum ditunjukkan dengan warna merah muda mempunyai nilai medan magnet berkisar 259.6 nT.



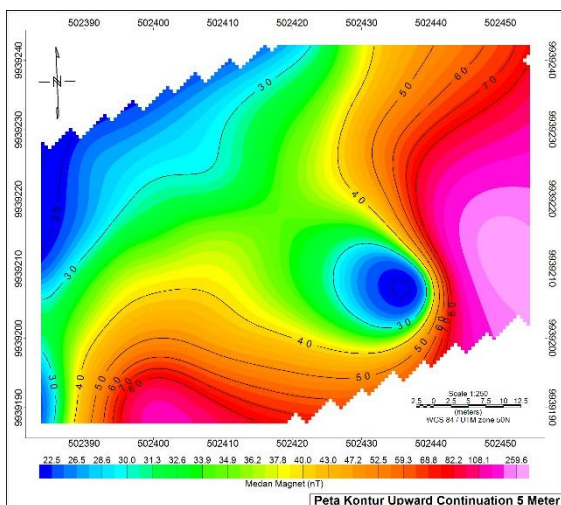
Gambar 6 Peta Kontur Upward Continuation 2.5 Meter

Berdasarkan pola penyebaran anomali regional magnetik minimum ditunjukkan dengan warna biru mempunyai nilai medan magnet berkisar -2.3 nT. Untuk Berdasarkan pola penyebaran anomali regional magnetik maksimum ditunjukkan dengan warna merah muda mempunyai nilai medan magnet berkisar 328.4 nT.

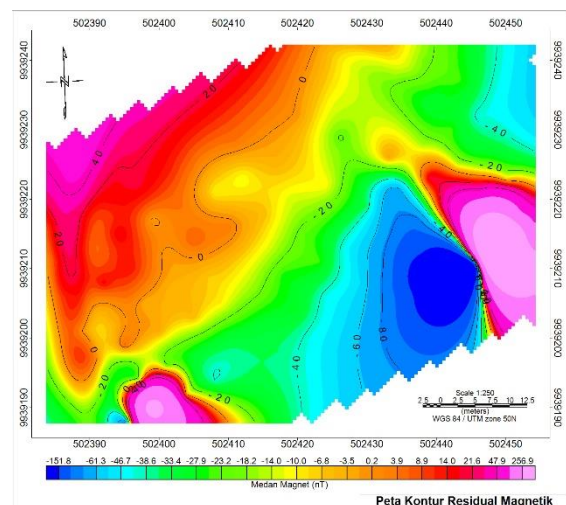


Gambar 8 Peta Kontur Upward Continuation 10 Meter

Berdasarkan pola penyebaran anomali regional magnetik minimum ditunjukkan dengan warna biru mempunyai nilai medan magnet berkisar -11.6 nT. Untuk Berdasarkan pola penyebaran anomali regional magnetik maksimum ditunjukkan dengan warna merah muda mempunyai nilai medan magnet berkisar 189.6 nT.



Gambar 7 Peta Kontur Upward Continuation 5 Meter

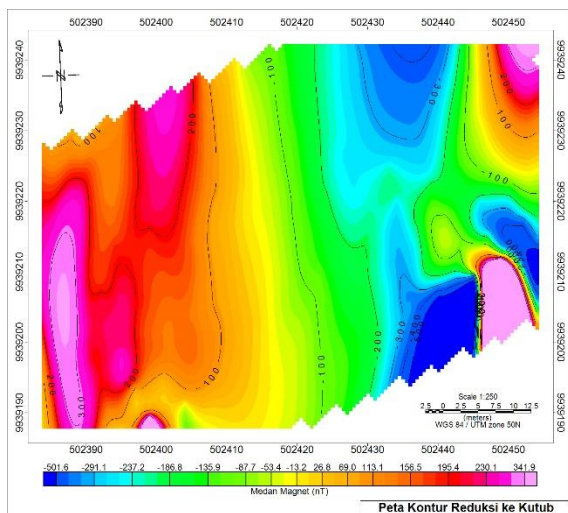


Gambar 9 Peta Kontur Residual Magnetik

Berdasarkan pola penyebaran anomali residual magnetik minimum ditunjukkan dengan warna biru mempunyai nilai medan magnet berkisar -348 hingga -43.0 nT, sedangkan pola penyebaran anomali regional magnetik maksimum ditunjukkan dengan warna merah muda mempunyai nilai medan magnet berkisar 247.2 hingga 1224 nT.

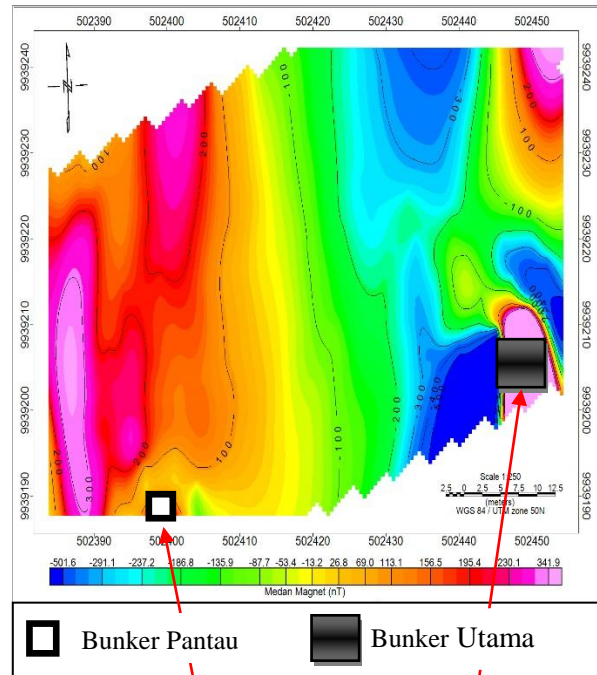
Reduksi ke Kutub (*Reduce to Pole*)

Proses filter ini mengubah parameter medan magnet yang memiliki deklinasi 0.282° dan inklinasi -16.5368° menjadi kondisi dikutub yang memiliki deklinasi 0° dan inklinasi 90° sehingga sehingga arah medan magnet yang awalnya *dipole* menjadi



Gambar 10 Peta Kontur Reduksi ke Kutub

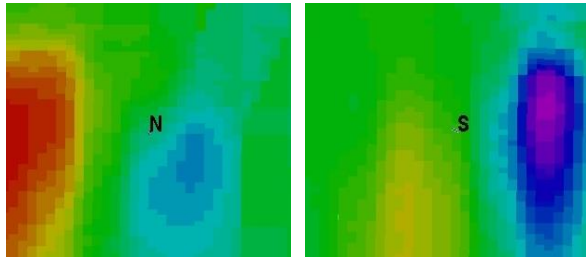
Berdasarkan pola penyebaran anomali reduksi ke kutub magnetik minimum ditunjukkan dengan warna biru mempunyai nilai medan magnet berkisar -996 nT hingga -208.2 nT. Untuk Berdasarkan pola penyebaran anomali reduksi ke kutub magnetik maksimum ditunjukkan dengan warna merah muda mempunyai nilai medan magnet berkisar 341 nT hingga 2541 nT.



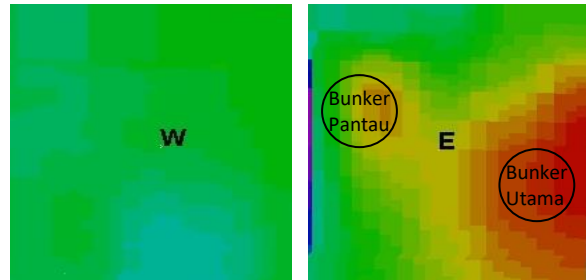
Bunker Utama



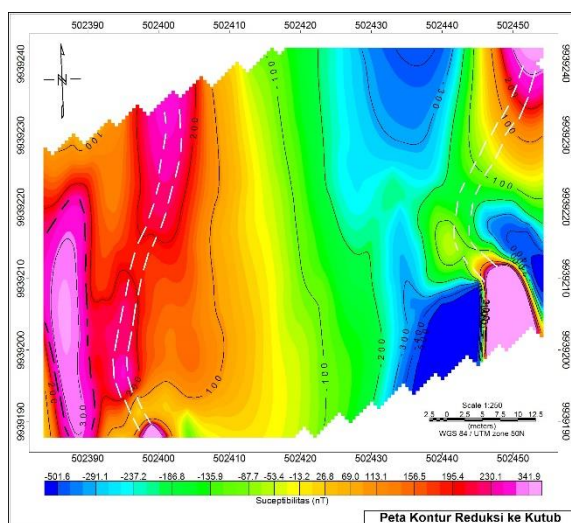
Gambar 11 Posisi Bunker Pantau dan Bunker Utama



Gambar 12 Hasil Inversi 3D Tampak Arah Utara dan Arah Selatan



Gambar 13 Hasil Inversi 3D Tampak Arah Barat dan Arah Timur



Untuk mengidentifikasi keberadaan jalur bunker pantau dan bunker utama yang tampak dipermukaan terdapat plat logam pada bagian sekat atau sekat ruang antar bunker. Plat logam tersebut memiliki sifat kemagnetan yang cukup tinggi atau memiliki nilai suseptibilitas tinggi. Sehingga dapat menentukan keberadaan jalur bunker pantau dan bunker utama.

Identifikasi jalur bunker pantau dan bunker utama dapat dilihat dari anomali magnetik reduksi ke kutub yang memiliki nilai suseptibilitas tinggi. Pada gambar di atas garis putih putus-putus merupakan jalur

bunker pantau dan bunker utama. Pada jalur bunker pantau terlihat jelas memiliki nilai suseptibilitas yang tinggi sehingga dapat diindikasikan sebagai jalur bunker. Pada bunker pantau kemungkinan terdapat ruangan yang cukup besar didekat jalur bunker pantau yang di tandai dengan garis hitam putus-putus.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian “Identifikasi Jalur Keberadaan Goa Bawah Tanah (Bunker) Berdasarkan Analisis Data Magnetik di Desa Jembayan menunjukkan adanya jalur bunker pantau dengan bunker utama. Berdasarkan hasil analisis dan interpretasi data magnetik gua jalur di daerah Jembayan menunjukkan adanya kontinuitas dari bunker pengamatan dan bunker utama ke arah utara dikonfirmasi oleh nilai medan magnet yang lebih tinggi antara 230,1 hingga 2541 nT. Yang terlihat jelas adalah anomali buker pantau dan bunker utama.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Diucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah berkontribusi dalam penelitian ini terutama kepada kedua orang tua saya, sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik.

7. DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2015. *Catatan Jelajah Bunker Jepang Di Jembayan, Loa Kulu, Kutai Kartanegara*: Kalimantan Timur.
- Blakely, RJ. 1995. *Potential Theory in Gravity and Magnetic Applications*. New York: Cambridge University Press.
- Indratmoko, P., Nurwidyanto, M.N dan Yulianbto, T. 2009. *Interpretasi Bawah Permukaan Derah Manifestasi Panas Buni Parang Tritis Kabupaten DIY Dengan Metode Magnetik*. Berkala Fisika FMIPA UNDIP: Semarang.
- Pamungkas, C. A., 2017. *Pengantar Dan Implementasi Basis Data*. 1 penyunt. Yogyakarta: Deepublish.

- Reynolds, J. M. (1997) *An Introduction to Applied and Environmental Geophysics*. J. Willey & Sons. New York.
- Singarimbun, A., C.A.N. Bujung & R.C. Fatikhin. 2013. *Penentuan Struktur Bawah Permukaan Area Panas Bumi Patuha dengan Menggunakan Metode Magnetik*. *Jurnal Matematika & Sains*, 18 (2). Tersedia di <http://journal.fmipa.itb.ac.id> [diakses 11-2-2015].
- Telford, W.M., L.P. Geldart & R.E. Sheriff. 1990. *Applied Geophysics*. New York: Cambridge University Press.
- Tim Geomagnet. 2010. *Survei Geomagnet*. Bandung: ITB.