

IDENTIFIKASI DAERAH SESAR DAN INTRUSI BERDASARKAN PERBANDINGAN ANTARA FILTER(RTP,UPWARD,DOWNWARD, dan ANILTIC SIGNAL) DATA MAPPING REGIONAL MAGNETIK DAERAH GARUT, JAWA BARAT

A Lathief Fashihullisan^{1)*}, Adi Susilo,²⁾ Agus Fajrin Jam'an³⁾

¹⁾ Fakultas MIPA Universitas Brawijaya Malang

²⁾ Fakultas MIPA, Universitas Brawijaya, Malang

³⁾ PT. ANEKA TAMABANG Unit Geomin, Jakarta

ABSTRAK

Struktur permukaan dapat diperkirakan berdasarkan anomali magnet yang berasal dari materi-materi di bawahnya. Data tersebut dipetakan dalam profil pemetaan *intensitas magnet total*. Selanjutnya dibandingkan dengan *filter-filter* data magnet, diantaranya *upward continuation*, *downward continuation*, *reduce to magnetic pole* dan *analytic signal* untuk diketahui dengan pasti posisinya. Pola anomali magnet berupa nilai anomaly tinggi dan rendah yang lebar mencirikan struktur patahan/geser. Sedangkan nilai anomaly tinggi yang dikelilingi nilai anomaly rendah menunjukkan adanya pola struktur intrusif. Dengan metode survey regional magnetik, maka akan dapat diketahui pemetaan pola anomaly magnet dengan efisien dan mampu terintegrasi dengan baik. Metode ini mampu menjadi acuan dalam survey *detail* geologi dan geofisika.

Kata kunci: anomali magnet, filter, geser, intrusi

Pendahuluan

Metode magnetik didasarkan pada pengukuran variasi intensitas medan magnetik di permukaan bumi yang disebabkan oleh adanya variasi distribusi benda termagnetisasi di bawah permukaan bumi (suseptibilitas). Variasi yang terukur (anomali) berada dalam latar belakang medan yang relatif besar. Data pengamatan magnetik lebih menunjukkan sifat residual yang kompleks. Dengan demikian, metode magnetik memiliki variasi terhadap waktu jauh lebih besar. Pengukuran intensitas medan magnetik bisa dilakukan melalui darat, laut dan udara. Metode magnetik sering digunakan dalam eksplorasi pendahuluan minyak bumi, panas bumi, dan batuan mineral serta bisa diterapkan pada pencarian prospeksi benda-benda arkeologi.^[1]

Kuat medan magnetik (H) ialah besarnya medan magnet pada suatu titik dalam ruangan yang timbul sebagai akibat adanya kuat kutub yang berada sejauh r dari titik m tersebut. Kuat medan magnet (H) didefinisikan sebagai gaya persatuan kuat kutub magnet.

$$\vec{H} = \frac{F}{m_2} = \frac{m_1}{\mu_0 r^2} \hat{r}_1$$

Besaran ini merupakan parameter dasar yang digunakan dalam metode magnetik. Nilai suseptibilitas magnetik dalam ruang hampa sama dengan nol karena hanya benda berwujud yang dapat termagnetisasi. Suseptibilitas magnetik dapat diartikan sebagai derajat kemagnetan suatu benda. Harga k pada batuan semakin besar apabila dalam batuan semakin banyak dijumpai mineral-minera yang bersifat magnetik. Berdasarkan harga suseptibilitas k , benda-benda magnetik dapat dikategorikan sebagai *diamagnetik*, *paramagnetik*, *ferromagnetik*. *Diamagnetik* adalah benda yang mempunyai nilai k kecil dan negatif. *Paramagnetik* adalah benda magnetik yang mempunyai nilai k kecil dan positif. Sedangkan *Ferromagnetik* adalah benda magnetik yang mempunyai nilai k positif dan besar.^[2]

Arah pergerakan medan adalah menuju permukaan bumi sehingga terjadi suatu perubahan dari Vertical ketika di Kutub Utara yang mana bergerak secara *Inward*, kemudian menjadi Horizontal yang bergerak secara *Northward* ketika di Equator dan akhirnya berubah Vertical yang bergerak secara *Outward* ketika di Kutub Selatan.

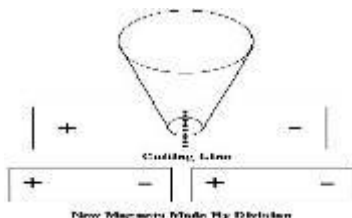
Medan magnet utama bumi berubah terhadap waktu. Untuk menyeragamkan nilai-nilai medan utama magnet bumi, dibuat standar nilai yang disebut *International Geomagnetiks Reference Field (IGRF)* yang diperbaharui setiap 5 tahun sekali. Nilai-nilai IGRF tersebut diperoleh dari hasil pengukuran rata-rata pada daerah luasan sekitar 1 juta km² yang dilakukan dalam waktu satu tahun.^[3]

Untuk mendapatkan anomali medan magnetik yang menjadi target survei, maka data magnetik yang diperoleh harus dibersihkan atau dikoreksi dari pengaruh beberapa medan magnet yang lain. Secara umum beberapa koreksi yang dilakukan dalam survei magnetik meliputi :

1. Koreksi Harian
Koreksi ini dilakukan terhadap data magnetik terukur untuk menghilangkan pengaruh medan magnet luar atau variasi harian.
2. Koreksi IGRF
Koreksi ini dilakukan terhadap data medan magnet terukur untuk menghilangkan pengaruh medan utama magnet bumi dimana medan magnet IGRF adalah referensi medan magnet disuatu tempat.

$$\overline{H_A} = \overline{H_T} - \overline{H_M} - \overline{H_L}$$

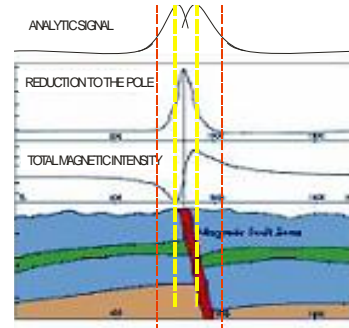
Peristiwa patahan pada suatu lapisan dapat diumpamakan dengan membayangkan sebuah magnet yang dibelah menjadi dua bagian. Apabila pada peristiwa patahan tidak terdapat perubahan fisis batuan maupun perubahan posisi, maka hal ini tidak akan menimbulkan perubahan anomali.^[7]



Gambar : Ilustrasi Patahan Pada Magnet Batang

Peristiwa patahan pada lapisan litosfer digambarkan seperti magnet yang terbelah menjadi dua bagian. Apabila pada peristiwa patahan terjadi perubahan sifat fisis batuan seperti terjadinya peristiwa metamorfosa batuan atau terjadi kenaikan lapisan akibat

tekanan pada lapisan tersebut, maka akan terjadi perubahan nilai anomali magnetik. Tetapi, jika tidak terdapat perubahan fisis batuan maupun perubahan posisi, maka hal ini tidak akan menimbulkan perubahan anomali.^[5]



Gambar : Bentuk perbandingan kurva TMI, RTP dan analytic signal

Metode Penelitian

pelaksanaan penelitian mulai dari tahap pengambilan data (*akuisisi*) hingga didapat data yang siap untuk dilakukan proses *filtering*. Tahap awal pengolahan data dimulai dengan melakukan *Input* data anomaly total dari *download* data *akuisisi* lapangan sensor *PPM GEOMETRICS G-856* menggunakan software *MagMap2000* dan *MAGLOCK* dalam software *Microsoft Excel*. Tahap selanjutnya adalah bagian penting pada pengolahan data yaitu proses *filtering* data *intensitas magnet total* menjadi *upward continuation*, *downward continuation*, *reduce to magnetic pole* dan *analytic-signal* menggunakan software *Geosoft Oasis montaj Version 6.4.2 (HJ)*.

Akuisisi. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data *regional magnetic* yang dilakukan di daerah X, Garut – Jawa Barat, pada luas wilayah 7.500 m x 9.500 m dan memiliki 15000 titik dengan jarak spasi 5 m – 25 m pada jalan setapak dan 25 m – 100 m pada jalan raya. Akuisisi dilakukan menggunakan sensor PPM (Proton Precession Magnetometer) merk *GEOMETRICS G-856*, yang dilengkapi dengan perekam intensitas magnet total. Selain itu, digunakan GPS (Global Positioning System) merk *Garmin 60CSx*, untuk memperoleh koordinat setiap titik pengambilan data intensitas magnet.

Pengoperasian GPS. Pengoperasian GPS *Garmin 60 CSx* dilakukan untuk memperoleh data koordinat dari setiap titik pengukuran data magnet. Titik setiap

koordinat pengukuran magnet bisa direkam dengan menge-*input* nama dan nomor dari titik pengambilan data, atau biasa disebut *marking-tracks* dan *waypoint*. Kemudian data-data tersebut di download menggunakan software *mapsource*, untuk selanjutnya di-*copy* ke dalam *Ms. Excel* untuk digabungkan dengan data anomali magnet.

Pengoperasian PPM G-856. Pada tahap akuisisi ini, metode akuisisi magnet yang digunakan adalah Base-rover. Dengan satu PPM sebagai *base* diatur pembacaan medan magnet secara otomatis setiap 2 menit, sedangkan pembacaan PPM *field* dilakukan secara manual.

Untuk melakukan *download* data dari sensor Geometrics G-856 dapat digunakan dua software, yaitu MagMap2000 dan MagLoc. Dengan software MagLoc dapat diperoleh koreksi diurnal secara otomatis, dengan menginput data base dan field. Sedangkan dengan MagMap2000 hanya bisa *download* data *base* dan *field* saja.

Pengolahan Data. Pada tahap ini data diolah untuk menggabungkan data koordinat GPS dan sensor magnet untuk menjadi *input* forward modeling data dalam pengolahan *filter data* intensitas magnet total (*Total Magnetic Intensity* (TMI)) pada program Geosoft Oasis Montaj.

Interpretasi. Interpretasi data yang dilakukan pada penelitian ini adalah sampai pada tahap pemetaan hasil anomaly magnet yang diambil secara regional. Kemudian dilakukan perbandingan filter untuk mengetahui konsistensi dari nilai anomaly yang dianggap *prospek*. Pemetaan atau *mapping* ini berdasarkan tinggi-rendahnya nilai anomaly magnet, sehingga penentuan struktur sebagaimana tujuan dari penelitian ini bisa ditentukan juga berdasarkan skala warna dari tinggi-rendahnya nilai anomaly tersebut.^[6]

Warna yang menunjukkan tinggi-rendahnya anomaly magnet berlaku juga pada pemetaan setelah dilakukan *filter*. Akan tetapi, memiliki *range* skala warna yang berbeda sesuai sifat filternya.

Hasil Dan Pembahasan

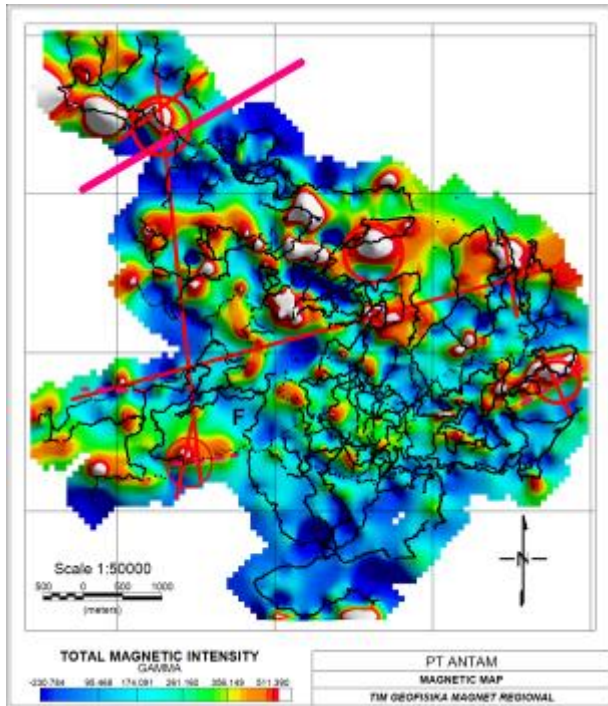
Metode magnetik merupakan metode geofisika yang bekerja memanfaatkan sifat-sifat magnetik dari batuan dan material-material yang berada di bawah permukaan bumi. Data yang terukur dalam metode ini adalah nilai anomali magnetik yang berada di setiap area. Nilai anomali magnetik ini kemudian dipetakan dalam kontur anomali magnet. Dari hasil pemetaan tersebut bisa diidentifikasi struktur dari area survey.

Pemetaan regional magnetik merupakan cara yang efektif untuk mendapatkan gambaran magnet regional suatu wilayah dengan area yang luas, dengan memanfaatkan jalan setapak dan jalan raya sebagai lintasan survey magnetik. Hasil pemetaan ini kemudian di-*filter* untuk memperoleh nilai akurasi dari keberadaan struktur patahan maupun intrusi, yang merupakan target dari pembahasan penelitian ini. Dari hasil penelitian ini bisa dijadikan acuan untuk dilakukan penelitian detail geologi dan geofisika berdasarkan daerah-daerah yang sudah teridentifikasi.

Harga anomali magnet kemudian dibuat pemetaan intensitas magnet data magnet regional. Dari pemetaan ini dapat diperkirakan kondisi geologi bawah permukaan berdasarkan sebaran skala warna profil intensitas magnet total.

Pemodelan Data Magnet.

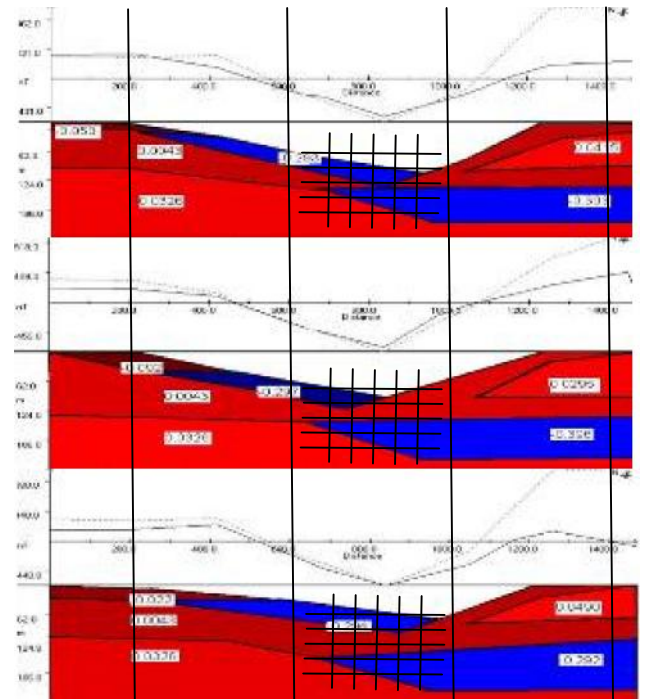
Permodelan data magnetik merupakan cara menghitung data yang didapat dari survey geofisika agar dapat diperoleh pemetaan struktur dari lapisan bumi dari data *intensitas magnet total*.^[4] Permodelan ini dilihat berdasarkan tinggi-rendahnya nilai anomaly magnetik di area penelitian sehingga terlihat daerah-daerah dengan anomaly-anomaly dengan perubahan tinggi-rendah yang drastis untuk menentukan daerah-daerah *sesar* dan *intrusive*). Area dengan pola anomaly magnet tersebut bisa diketahui lebih jelas dengan menarik garis-garis berdasarkan arah anomalnya.



gambar : Peta TMI

Lingkaran merah menunjukkan area-area dengan anomali magnet drastis yang dicurigai memiliki pola struktur sesar dan intrusi. Sedangkan garis-garis merah merupakan arah anomaly magnet. Adapun garis hitam merupakan lintasan pengambilan data magnet regional.

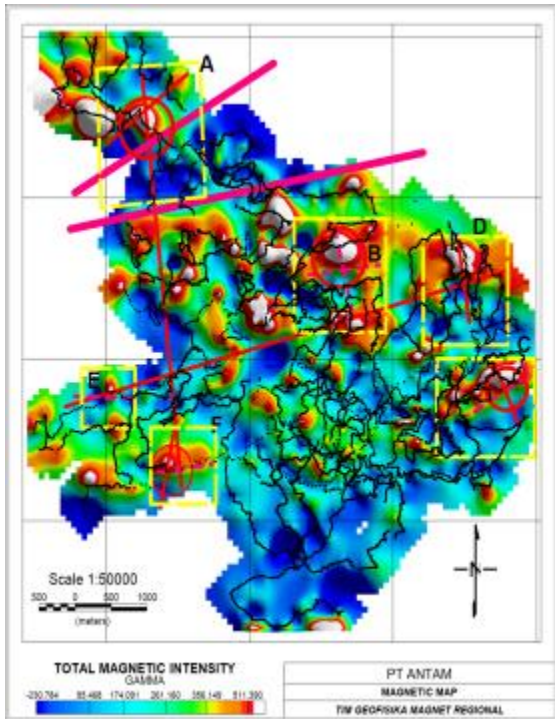
Selanjutnya pengolahan dilakukan dengan cara mengambil lintasan yang akan diolah untuk mendapatkan model bawah tanahnya dari peta kontur anomali magnetik yang diolah dengan program *geosoft*. Setelah ditarik lintasan maka hal selanjutnya untuk mendapatkan nilai susceptibilitas maka kita harus men-*Digitize* lintasan tersebut, setelah itu data dari *Digitize* dimodelkan dengan software *Mag2dc*.



Gambar : Pemodelan 2D dengan Mag2dc

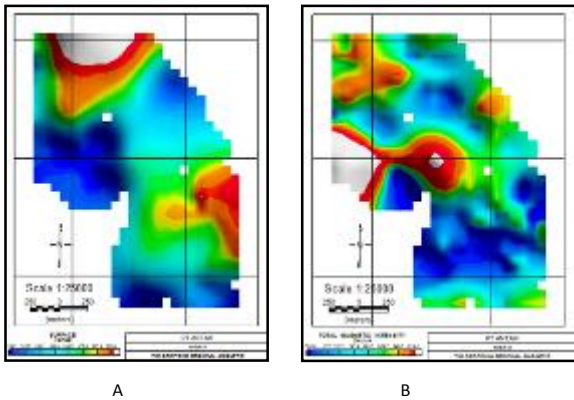
Area Teidentifikasi Daerah sesar. Definisi dari sesar adalah suatu rekahan pada batuan, dimana bagian-bagian yang dipisahkan oleh rekahan itu bergerak satu terhadap yang lainnya.^[8] Arah pergerakan bagian-bagian tersebut akan sejajar dengan bidang permukaan rekahan. Area-area tersebut dapat diselidiki dan diketahui lebih jelas setelah melakukan perbandingan *filter*.

Perubahan anomali magnetik juga dapat diakibatkan oleh hadirnya batuan pengisi rekahan patahan, dimana batuan tersebut adalah batuan mineral ataupun intrusi lava. Jika rekahan patahan terisi oleh batuan intrusi maka hal ini akan menimbulkan lonjakan anomali.

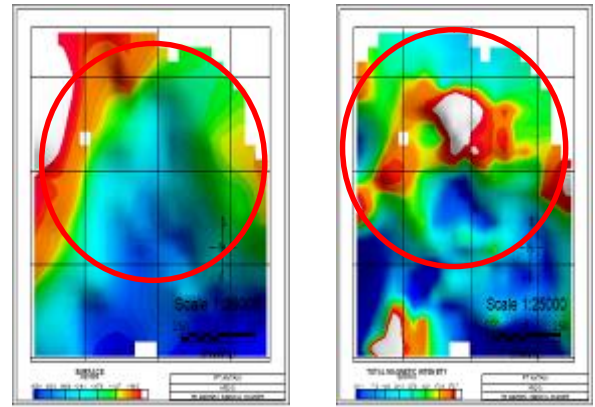


Gambar : Area Berindikasi Sesar

Pemetaan intensitas magnet total area A dan area D mengindikasikan daerah sesar. Pada area A memiliki pola anomali tinggi-rendah *menyerong* ke kiri dari timur ke barat (*lingkaran merah area A*), disertai daerah bersegmen dengan pola rendah-tinggi dari utara ke selatan yang melintang luas dari barat ke timur. Adapun area D menunjukkan pola anomali tinggi-rendah dari utara ke selatan yang melintang dari barat ke timur. Pola anomali pada area D ini menunjukkan daerah sesar. Didukung oleh bentuk permukaan tinggi-rendah yang berada pada pola tinggi-rendah anomali magnet.

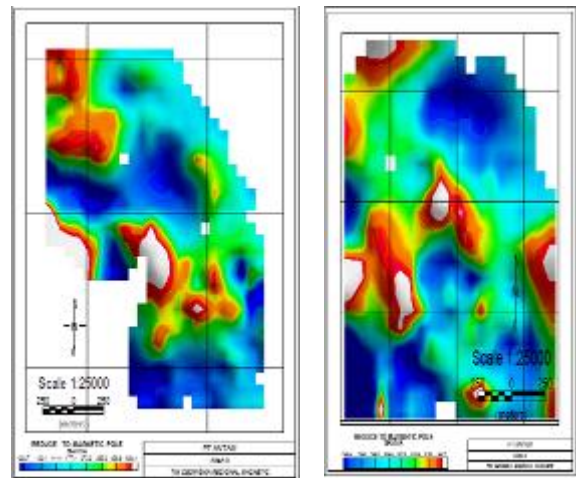


Gambar : Pembesaran *mapping* Area A: (a) gambar surface area A; (b) gambar intensitas magnet total (TMI) area A



Gambar : Pembesaran *mapping* area D: (a) gambar surface area D; (b) gambar intensitas magnet total (TMI) area D

Filter *reduce to magnetic pole* (RTP), digunakan dengan prinsip bahwa seolah-olah anomali yang di dapat direduksi ke kutub, menuju inklinasi 90° dari inklinasi area survey -33.09° (Garut dan sekitarnya). Efek ini berlaku untuk area penelitian yang luas sehingga dalam penelitian ini memerlukan perbandingan filter ini.



Gambar 4.7. *mapping* Reduce to Magnetic Pole: (a) RTP area A; (b) RTP area D

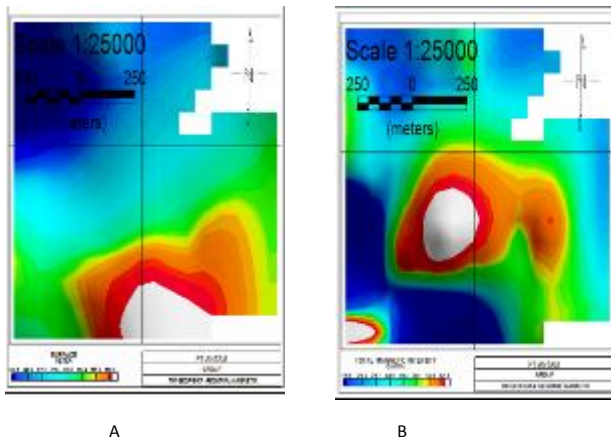
Nilai anomali tinggi yang ada dalam pemetaan filter RTP mengarah ke selatan, dan posisinya menjadi berada di tengah-tengah pola anomali tinggi dan rendah pemetaan TMI. Hal ini membuktikan konsistensi dugaan dari struktur sesar di area tersebut.

Area penelitian yang teridentifikasi sebagai area intrusif adalah area F. Hal ini diperkuat dengan ditemukannya, batuan-batuan yang memiliki urat-urat vein yang erat la intrusif.

Selain itu, terlihat juga bekas dari pemanfaatan lahan yang dilakukan *gurandil*. Yang memperkuat bahwa area tersebut perlu dilakukan survey detail geologi dan geofisika.



Gambar : Batuan daerah F dan Lokasi Gurandil



Gambar 4.11 Pembesaran mapping area F: (a) surface; (b) Total Magnetic Intensity (TMI)

Dari hasil pemetaan di atas langsung bisa ditebak daerah tersebut merupakan daerah intrusi. Melihat perbandingan dengan anomaly rendah di sekitarnya mengelilingi area anomaly tinggi. Dan posisinya di permukaan berada di sisi miring permukaan tinggi rendah dari selatan ke utara.

Berdasarkan kedua jenis struktur teridentifikasi daerah garut ini ditemukan sifat-sifat setiap filter. Dengan sifat-sifat tersebut, tidak selamanya mampu memberikan *mapping* yang baik sesuai dengan keadaan sebenarnya. Akan tetapi perlu dibandingkan lagi dengan data detail geologi, dan agar dilakukan survey geofisika detail, cukup di daerah-daerah yang telah teridentifikasi dari hasil regional magnet.

Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan data survey geofisika regional magnetik dapat memberikan beberapa kesimpulan:

- Area A menunjukkan pola sesar sepanjang arah barat ke timur, ditunjukkan dengan konsistensi pada pola anomaly setiap filter.
- Area D mengidentifikasi pola sesar utara selatan, ditunjukkan dengan sinkronisasi semua pola filter dan kenampakan permukaan.
- Area F menunjukkan pola intusif di permukaan datar dengan pola anomaly tinggi dikelilingi pola anomaly rendah
- Pola RTP (*reduce to magnetic pole*) berlaku baik pada pola anomaly utara-selatan
- Pola Analytic-signal berkorelasi dengan baik dengan RTP (*reduce to magnetic pole*) pada pola anomaly utara-selatan saja, sedangkan pada pola barat-timur korelasinya dengan *mapping* TMI (*Total Magnetic Intensity*).

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada Drs. Adi Susilo, M.Si, Ph.D² di jurusan Fisika Brawijaya, Agus Fajrin Jam'an S.T di PT Aneka Tambang unit Geomin, Universitas Brawijaya yang telah membantu penulis dalam membimbing selama penelitian hingga terselesainya penulisan jurnal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alexander, A. K. (1992). *Geophysical Field Theory and Method*. California: Academic Press.
- [2] Kaufman, A., Kleinberg, R. L., & Hansen, R. (2009). *Principles of The*

Magnetic Methods in Geophysics.
Elsevier Ltd: Amsterdam.

- [3] Kennedy, B. (1990). *Surface Mining.*
Baltimore: Port City Press.
- [4] lillie, R. J. (1999). *Whole Earth
Geophysics.* New Jersey: Prentice-
Hall.Inc.
- [5] Macdonald, E. H. (2007). *Handbook
of Gold Exploration and Evaluation.*
Washington, DC: CRC press.
- [6] Milsom, J. (2003). *Field Geophysics.*
Chichester: John Willey and Son Inc.
- [7] William, H., Ralph, F., & Afif, s.
(2013). *Gravity and Magnetic
Exploration.* New York: Cambridge
University Press.
- [8] William, T., Geldart, L. P., & Sheriff,
R. E. (1990). *Applied Geophysics.*
New York: University of Cambridge.