

Pemodelan 2D dan 3D Metode Geomagnet untuk Interpretasi Litologi dan Analisis Patahan di Jalur Sesar Oyo

2D and 3D Modeling of Geomagnetic Method for Litology Intepretation and Fault Analysis at Oyo Fault

Heningtyas¹⁾, Nugroho Budi Wibowo²⁾, Denny Darmawan¹⁾

¹⁾Program Studi Fisika, Fakultas MIPA Universitas Negeri Yogyakarta

²⁾Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika, Stasiun Geofisika Yogyakarta

Naskah diterima 13 Februari 2019, selesai direvisi 04 November 2019, dan disetujui 25 November 2019

e-mail :nugrohobudiwibowo@gmail.com

ABSTRAK

Gempa susulan setelah gempabumi Yogyakarta Tahun 2006 memiliki hiposenter bukan di sepanjang Sesar Opak tapi cenderung di sekitar *unidentified fault* yang berjarak 10 – 15 km sebelah timur pegunungan Gunung Kidul. *Unidentified fault* tersebut berkorelasi dengan keberadaan jalur Sesar Oyo. Metode geofisika yang dapat diterapkan untuk mengidentifikasi keberadaan jalur sesar adalah metode geomagnet. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pola sebaran anomali medan magnet di sekitar jalur Sesar Oyo, mengetahui susunan formasi dan jalur Sesar Oyo berdasarkan pemodelan geomagnet. Pengambilan data dilakukan menggunakan PPM dengan 35 titik pengamatan dan spasi antar titik pengamatan 1,5 km. Pengolahan data dilakukan dengan koreksi variasi harian, koreksi IGRF (*International Geomagnetism Reference Field*), RTP (*Reduction to Pole*) dan *Upward Continuation*. Pemodelan dilakukan dengan menganalisis anomali medan magnet yang telah direduksi ke kutub dan kontinuasi ke atas dengan ketinggian 2500 m. Hasil analisa menunjukkan rentang nilai anomali medan magnet di kawasan penelitian adalah 180 nT – 660 nT, yang menunjukkan kontras keberadaan blok sesar. Hasil pemodelan 2D menunjukkan kawasan penelitian didominasi oleh 3 formasi batuan utama yaitu batubasalt-andesitik Formasi Nglanggran, batupasir Formasi Sambipitu, dan batugamping Formasi Wonosari. Hasil pemodelan 3D menunjukkan Sesar Oyo merupakan sesar geser dengan kedalaman 150 – 300 m, jalur sesar tersebut terbagi menjadi 2 segmen yaitu dengan arah N120°E sepanjang 5,8 km dan N160°E dengan panjang 2,5 km.

Kata kunci : geomagnet, formasi batuan, Sesar Oyo, pemodelan 2D dan 3D.

ABSTRACT

Aftershocks of 2006 Yogyakarta earthquake had hypocenter not along Opak Fault, but from unidentified fault within 10-15 km east of the Gunung Kidul Mountain Range. The unidentified fault correlates with the presence of the Oyo fault line. So it is necessary to study related to the existence of the Oyo fault line. One of the geophysical methods that can be applied to identify the presence of fault lines is the geomagnetic method. The aims of this study were to determine the distribution of magnetic field anomaly around Oyo Fault line area, to determine the structure of rocks around Oyo Fault line area, and to identify Oyo Fault line based on geomagnetic modeling. Data were acquired with 35 observation points and space between each point was 1,5 km. Data were processed using diurnal correction, IGRF correction, reduction to pole, and upward continuation. The modeling was done by analyzing magnetic field anomaly which had been reduced to pole and upward continuation at 2500 m height. The results showed that the range of

magnetic field anomaly in the study area is 180 nT–660 nT, which shows the contrast of fault block. The result of 2D modeling showed that the study area is dominated by 3 rock formations which are basalts-andesitic of Nglanggran Formation, sandstone of Sambipitu Formation, and limestone of Wonosari Formation. The result of 3D modeling showed that Oyo Fault is strike-slip fault with 150 – 300 m depth. The fault is divided into 2 segments, which has direction N120°E with 5,8 km length, and N160°E with 2,5 km length.

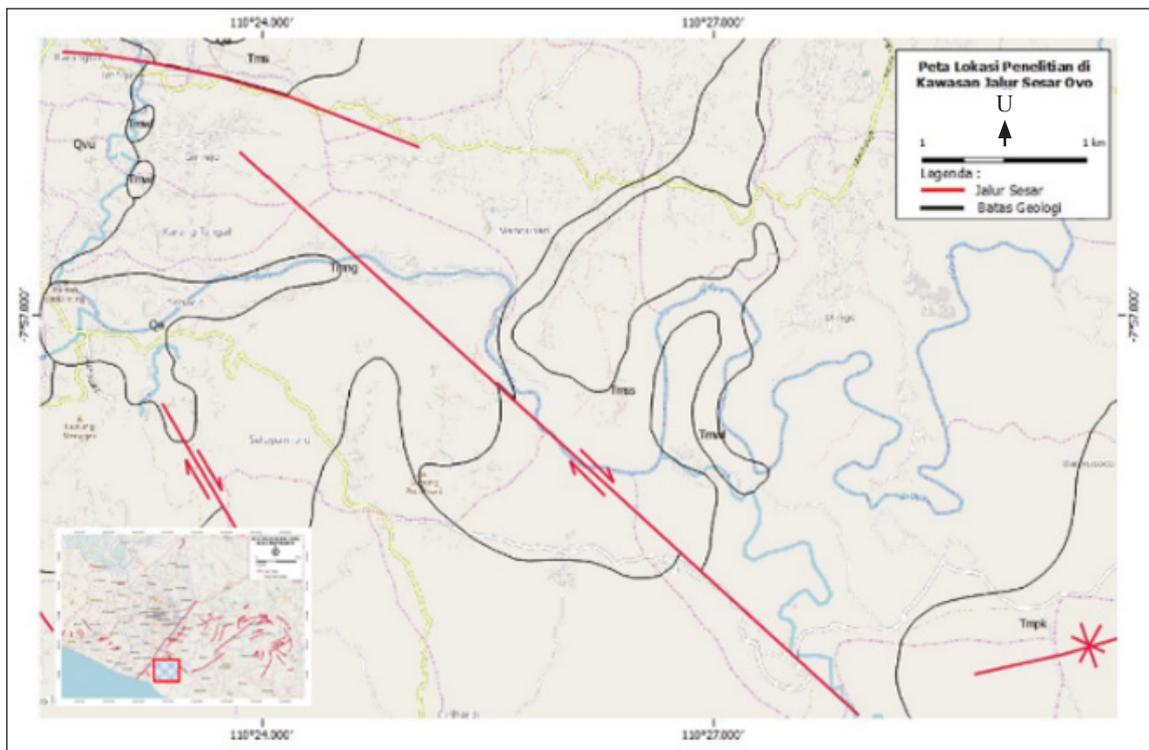
Keyword : geomagnet, rock formation, Oyo Fault. 2D and 3D modeling.

PENDAHULUAN

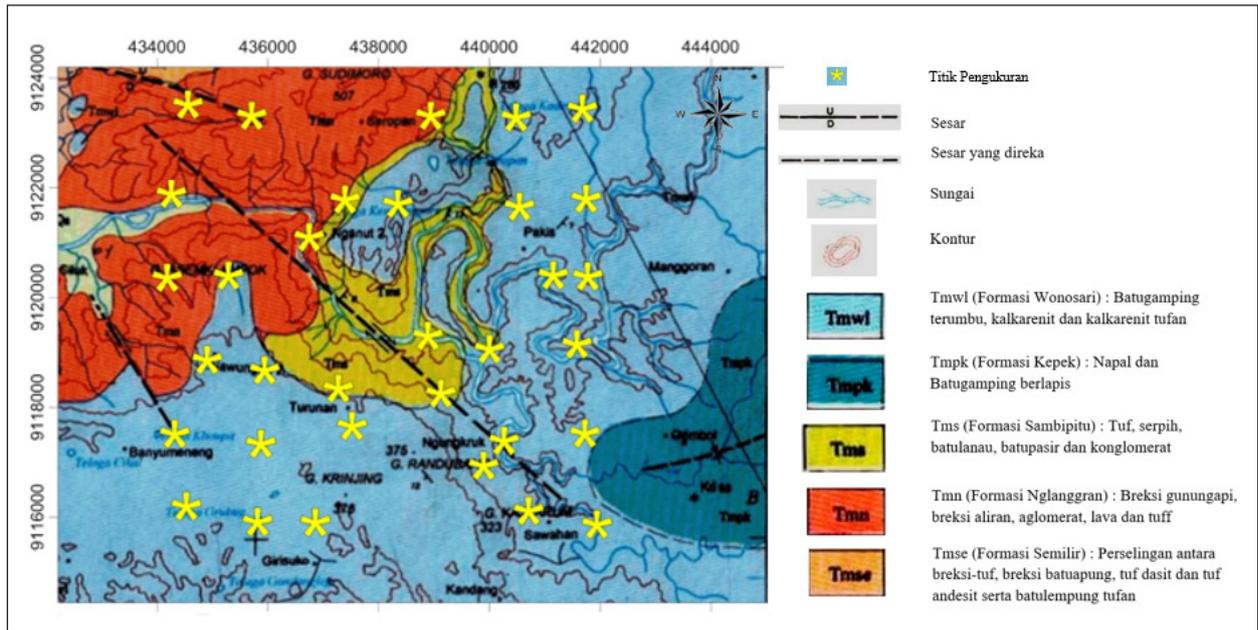
Indonesia merupakan negara kepulauan yang berada di daerah pertemuan tiga lempeng tektonik besar, salah satunya adalah pertemuan lempeng India-Australia dengan lempeng Eurasia yang berada di sepanjang lepas pantai Sumatra – Jawa sampai dengan Nusa Tenggara. Lempeng India-Australia bergerak relatif ke arah utara dan menyusup ke dalam lempeng Eurasia karena lempeng India-Australia merupakan lempeng samudera yang relatif lebih tipis dan memiliki berat jenis yang lebih besar sehingga saat bertemu lempeng benua, lempeng samudera akan menunjam di bawahnya (Bock, 2003). Di sekitar lokasi pertemuan lempeng (zona subduksi) ini terdapat akumulasi energi desakan dari kedua lempeng yang melampaui batas elastisitas lempeng sehingga muncul bidang patahan pada lempeng. Pelepasan akumulasi energi tersebut terwujud dalam bentuk gempa bumi.

Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) merupakan salah satu propinsi di bagian selatan Pulau Jawa yang berbatasan langsung dengan Samudera Hindia sehingga masuk dalam zona subduksi. DIY juga memiliki sesar mayor seperti Sesar Opak maupun sesar-sesar minor yang meningkatkan resiko terjadinya gempa. Di daerah ini, setidaknya pernah tiga kali diguncang gempa dengan kekuatan besar, yaitu pada tahun 1867, 1943, dan 2006 (BMKG, 2010). Gempa DIY yang terjadi pada tahun 2006 atau lebih dikenal sebagai Gempa Jogja 2006, termasuk salah satu fenomena gempa besar yang mengakibatkan 154.000 rumah hancur total, 260.000 rumah rusak parah dan 5.716 korban jiwa (Daryono dr, 2009).

Penyebab utama gempa tektonik tersebut diduga adalah Bergeraknya sesar mayor di daerah Yogyakarta yang bernama Sesar Opak (Abidin, dr, 2009). Penelitian lain mengenai gempa ini telah



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian di Kawasan Jalur Sesar Oyo



Gambar 2. Formasi Geologi dan Titik Pengukuran di Kawasan Jalur Sesar Oyo

dilakukan oleh *Geo Foschung Zentrum* dengan merekam data *aftershock* 4 hari setelah terjadi gempa utama 27 Mei 2006 di Yogyakarta dengan jejaring stasiun pengukuran gempa seismik yang berada di sekitar Sesar Opak dan disekitar dugaan episenter gempa utama (Walter, 2008). Penelitian tersebut menunjukkan hiposenter gempa susulan bukan di sepanjang Sesar Opak tapi cenderung di sekitar *unidentified fault* yang berjarak 10 – 15 km sebelah timur pegunungan Gunung Kidul seperti pada gambar 1.

Merujuk pada peta geologi lembar Yogyakarta pada gambar 2, lokasi penelitian berada pada 5 formasi, yaitu Formasi Wonosari, Formasi Kepek, Formasi Sambipitu, Formasi Nglanggran dan Formasi Semilir. Formasi Wonosari tersusun dari batugamping berlapis, batugamping masif, dan batugamping terumbu. Batuan penyusun Formasi Kepek tersusun atas napal dan batugamping berlapis. Formasi Sambipitu memiliki batuan penyusun tuf, serpih, batu lanau, batupasir dan konglomerat. Batuan penyusun Formasi Nglanggran terdiri atas breksi gunungapi, breksi aliran, aglomerat, lava dan tuf. Formasi semilir tersusun atas perselingan antara breksi dan tuf, breksi batu apung, tuf dasit dan tuf andesit serta batulempung tufan. *Unidentified fault* tersebut diperkirakan berada di sekitar Sungai Oyo, sehingga dalam penelitian yang dilakukan, sesar tersebut akan dinamakan jalur Sesar Oyo.

Proton Precession Magnetometer (PPM) adalah suatu sensor untuk mengukur induksi medan magnet total yang prinsip kerjanya didasarkan pada putaran muatan partikel. Jumlah putaran sumbu proton di sekitar sumbu dalam waktu tertentu disebut frekuensi presesi proton (f) Nilai tergantung pada momen magnet proton, momentum angular proton, dan medan magnet bumi yang dapat dinyatakan dalam persamaan (Telford, drr, 2004):

$$f = \frac{m}{2\pi L} \mathbf{T} = \frac{GT}{2\pi} \dots \dots \dots (1)$$

dengan konstanta adalah *gyromagnet ratio* dan faktor dari $\frac{2\pi}{G} = 23,487 \pm 0,002 \text{ nT/Hz}$, maka persamaannya dapat dituliskan sebagai:

$$T = 23,48f \text{ (nT)} \dots \dots \dots (2)$$

Anomali medan magnet adalah hasil perhitungan dari medan magnet total dan medan magnet regional atau IGRF. T adalah nilai medan magnet total dalam nT dan F adalah nilai medan magnet regional dalam nT. Nilai anomali medan magnet dalam nT sebagai $\Delta T \ll |T|$ dan arah sama dengan arah F, maka dapat dituliskan (Blakely, 1996):

$$\Delta T = |T| - |F| \dots \dots \dots (3)$$

Untuk mendapatkan nilai anomali medan magnet,

persamaannya dapat dituliskan menjadi:

$$\Delta T = T - \Delta F - F \dots\dots\dots (4)$$

dengan T adalah nilai medan magnet total dalam nT, ΔF adalah nilai variasi harian dalam nT, F adalah nilai IGRF dalam nT.

METODE PENELITIAN

Kegiatan pengambilan data geomagnet dalam penelitian ini dilakukan dengan mengukur besar medan magnet total di titik-titik yang telah ditentukan pada kawasan penelitian menggunakan *Proton Precession Magnetometer*. Kegiatan pengambilan data dilaksanakan pada tanggal 14 – 15 Maret 2016 dengan batas wilayah penelitian 434557mT – 441947 mT dan 9123510 mU – 9115862 mU. Jumlah titik pengukuran sebanyak 33 dengan jarak antar titik 1 km (gambar 2). Akuisisi data geomagnet menggunakan metode looping dikarenakan pengukuran menggunakan 1 unit *Proton Precession Magnetometer*.

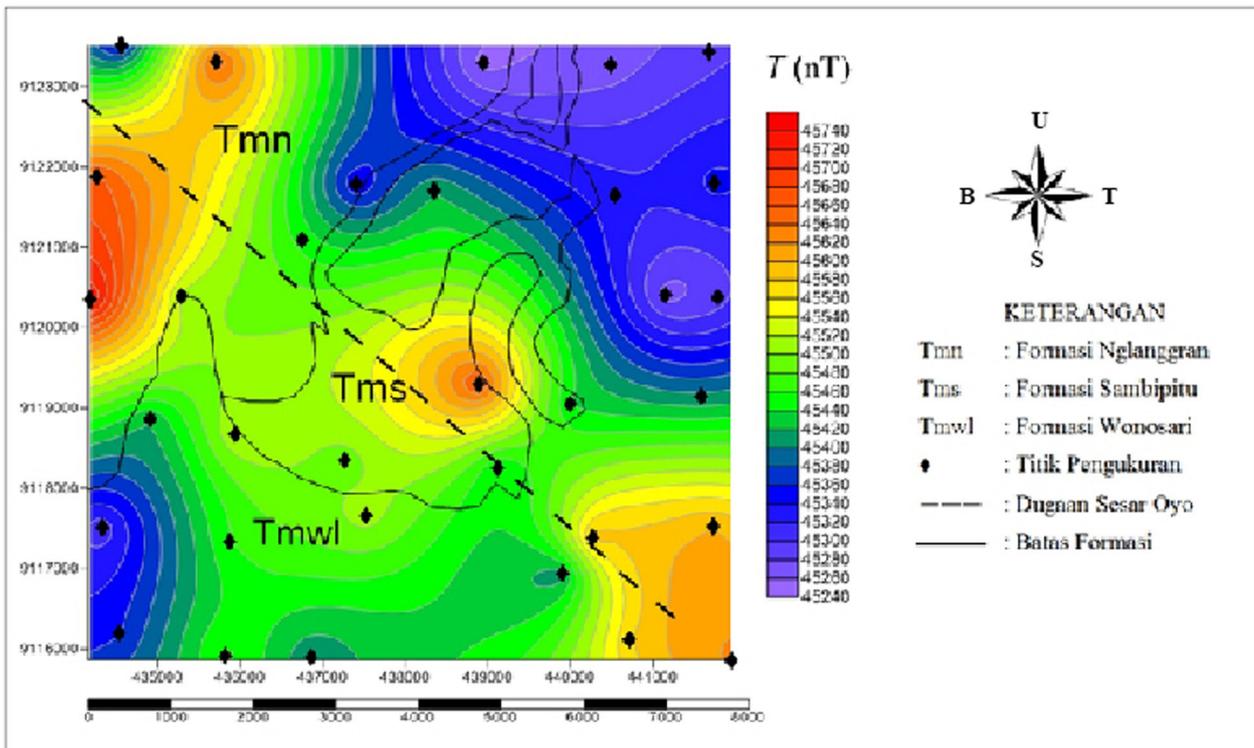
Kawasan penelitian mencakup 4 kecamatan di 2 kabupaten, yaitu Kecamatan Imogiri dan Kecamatan Dlingo di Kabupaten Bantul, serta

Kecamatan Panggang dan Kecamatan Paliyan di Kabupaten Gunungkidul.

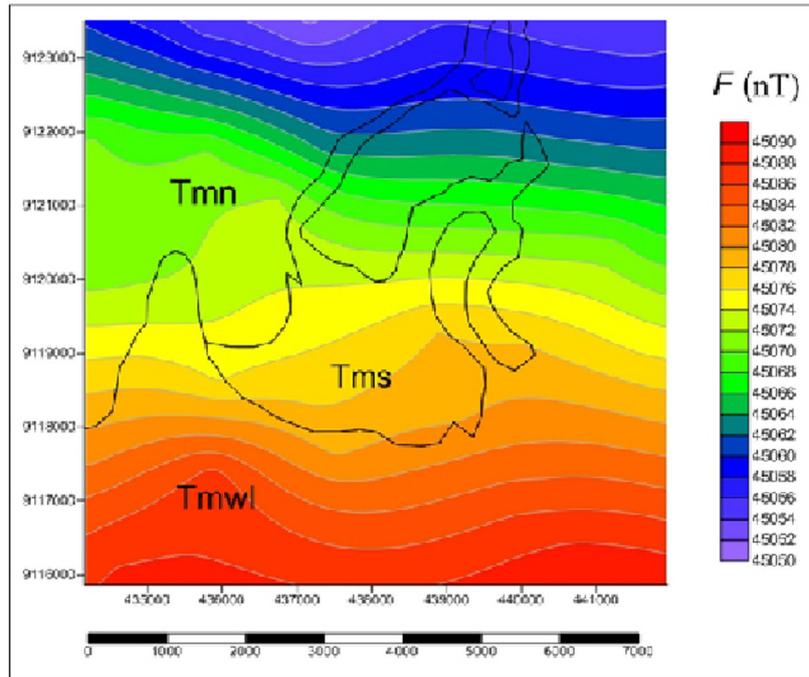
HASIL DAN PEMBAHASAN

Nilai medan magnet total yang diperoleh dari pengukuran berkisar pada 45.240 nT – 45.740 nT. Skala warna pada Gambar 3(a) menunjukkan adanya klosur tinggi, sedang dan rendah pada peta kontur medan magnet total di kawasan Jalur Sesar Oyo. Klosur tinggi berwarna jingga sampai merah dengan rentang nilai 45.580 nT – 45.740 nT berada di barat laut kawasan penelitian dan berada pada Formasi Nglanggran. Klosur sedang berwarna hijau sampai kuning dengan rentang nilai 45.440 nT – 45.560 nT tersebar memanjang dari barat laut – tengah – hingga ujung tenggara kawasan penelitian dan terdapat pada Fomasi Sambipitu, Wonosari serta Nglanggran. Klosur rendah berwarna biru keunguan dengan rentang nilai 45.440 nT – 45.560 nT berada di bagian barat daya dan timur laut kawasan penelitian dan terdapat pada Formasi Wonosari.

Medan magnet regional merupakan medan magnet utama bumi. Medan magnet utama bumi berubah terhadap waktu. Untuk menyeragamkan nilai-



Gambar 3 (a). Kontur Medan Magnet Total di Kawasan Jalur Sesar Oyo



Gambar 3 (b). Kontur IGRF di Kawasan Jalur Sesar Oyo

nilai medan utama magnet bumi, dibuat standar nilai yang disebut International Geomagnetics Reference Field (IGRF).

IGRF adalah nilai matematis standar dari medan magnet utama bumi akibat rotasi dan jari-jari bumi. Nilai-nilai IGRF diperoleh dari hasil pengukuran rata-rata pada daerah luasan sekitar 1 juta km². Nilai pengukuran tersebut diperoleh dari lembaga yang terlibat dalam pengumpulan dan penyebarluasan data medan magnet dari satelit, observatorium, dan survei di seluruh dunia. Data tersebut kemudian digabungkan menjadi sebuah pemodelan medan magnet utama bumi. Model IGRF hanya dapat menunjukkan nilai medan magnet bumi secara umum dan tidak dapat secara detail menunjukkan anomali medan magnet di tiap daerah. Kontur medan magnet regional IGRF di kawasan penelitian ditunjukkan pada Gambar 3(b). Nilai IGRF di daerah penelitian berkisar 45.000 nT yaitu 45.030,7 nT - 45.089,7 nT. Bagian selatan kawasan penelitian memiliki klosur yang lebih tinggi dibandingkan yang di bagian utara. Rata-rata nilai IGRF di kawasan penelitian adalah 45.070,35 nT.

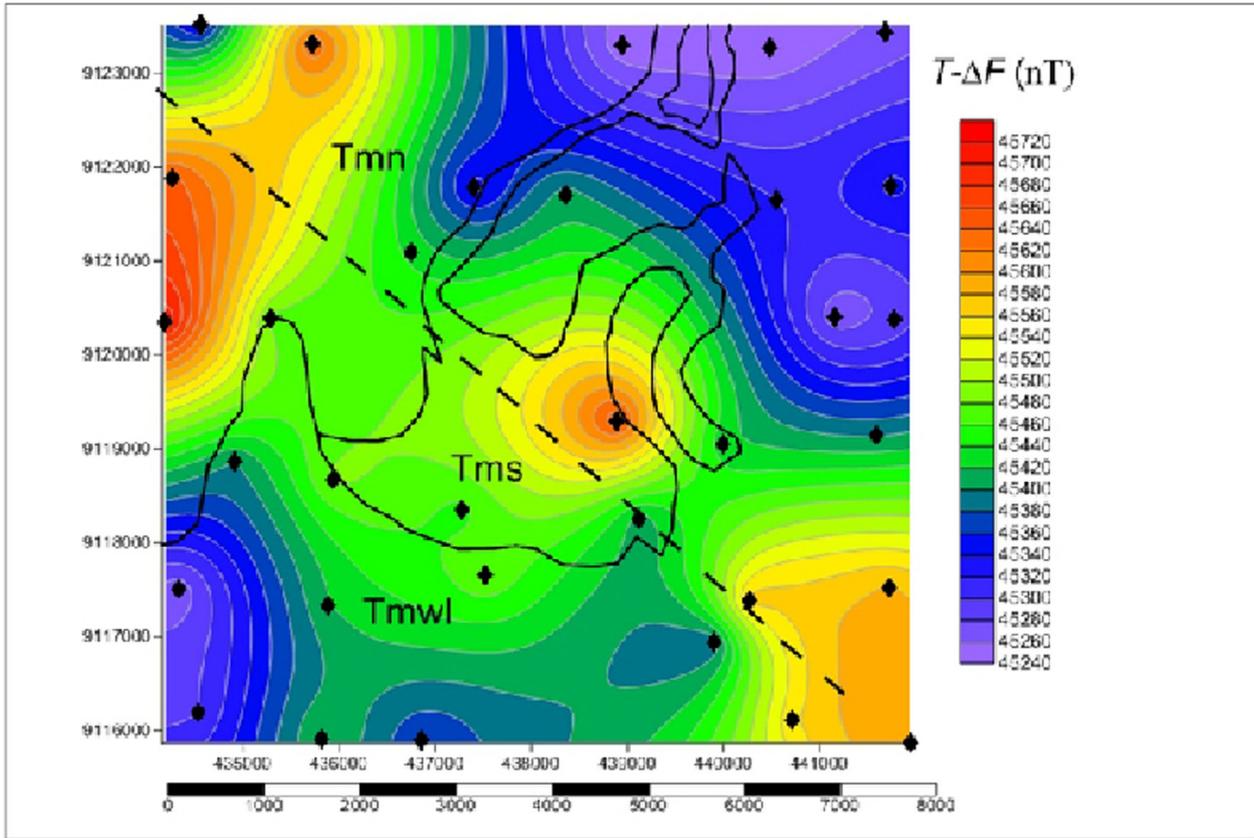
Medan magnet luar yang disebut sebagai variasi harian (*diurnal correction*) merupakan penyimpangan nilai medan magnetik bumi akibat adanya perbedaan waktu dan efek radiasi

matahari dalam satu hari. Hal ini juga dilakukan untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh medan magnet di luar bumi yang cukup mempengaruhi seperti badai matahari dan aktifitas lain di lapisan ionosfer. Untuk mendapatkan nilai anomali medan magnet, perlu dilakukan koreksi variasi harian agar pengaruh medan magnet luar tersebut hilang.

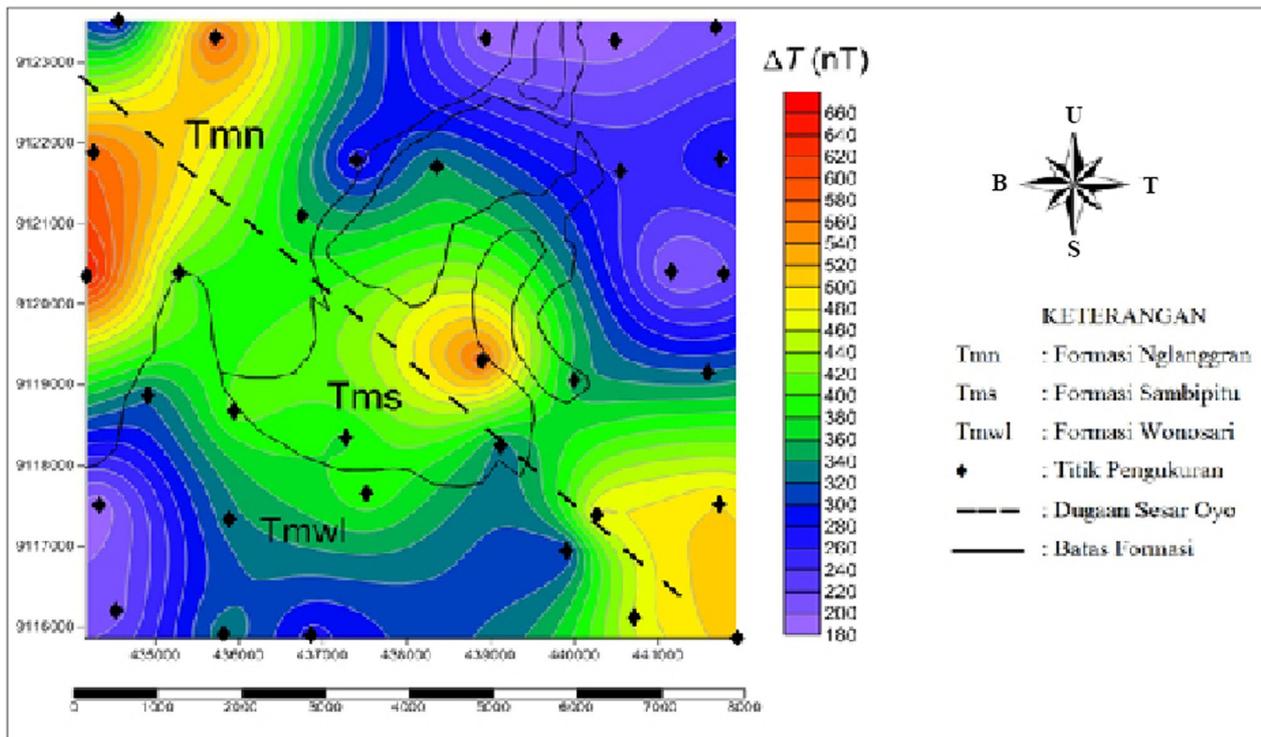
Gambar 4(a) menunjukkan kontur medan magnet total yang telah dikoreksi dengan variasi harian. Setelah dilakukan koreksi variasi harian pola kontur medan magnet tidak menunjukkan perubahan yang signifikan. Hal ini juga menunjukkan bahwa variasi harian medan magnet tidak signifikan mempengaruhi medan magnet total. Sehingga dapat disimpulkan bahwa anomali medan magnet dipengaruhi oleh perbedaan nilai kemagnetan atau suseptibilitas batuan yang berada di bawah permukaan tanah.

Anomali medan magnet sering juga disebut dengan medan magnet lokal (*crustal field*). Medan magnet ini dihasilkan oleh batuan yang mengandung mineral bermagnet seperti *magnetite* dan *titanomagnetite* yang berada di kerak bumi. Anomali medan magnet di kawasan penelitian yang memiliki kisaran nilai anomali medan magnet antara 180 nT – 660 nT (gambar 4(b)).

Klosur tinggi berwarna jingga sampai merah berada di barat laut kawasan penelitian dengan



Gambar 4 (a). Kontur Medan Magnet terkoreksi Variasi Harian di Kawasan Jalur Sesar Oyo



Gambar 4 (b). Kontur Anomali Medan Magnet di Kawasan Jalur Sesar Oyo

rentang nilai 500 nT – 660 nT.

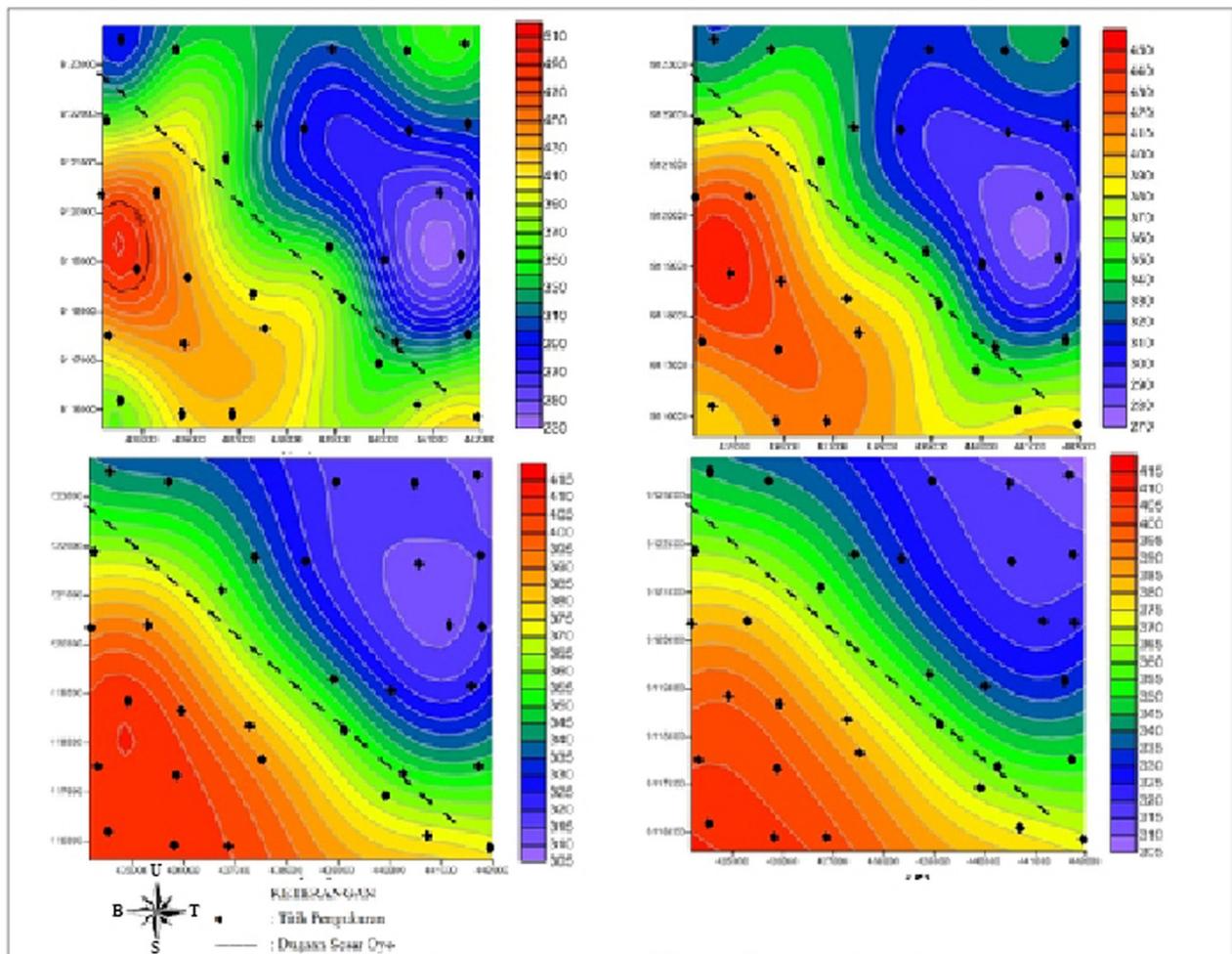
Klosur tinggi mengidentifikasi kawasan tersebut memiliki nilai suseptibilitas yang lebih tinggi dan berkorelasi dengan struktur bawah permukaan yang didominasi oleh batuan beku basalt yang terdapat pada Formasi Nglanggran. Klosur sedang berwarna hijau sampai kuning tersebar memanjang dari barat laut – tengah – hingga ujung tenggara kawasan penelitian dengan rentang nilai 360 nT – 480 nT. Klosur sedang menunjukkan struktur bawah permukaan pada kawasan tersebut merupakan batuan sedimen berupa batu pasir pada Formasi Sambipitu. Klosur rendah berwarna biru keunguan berada di bagian barat daya dan timur laut kawasan penelitian, dengan rentang nilai 180 nT – 340 nT. Klosur rendah menunjukkan struktur bawah permukaan pada kawasan tersebut berupa batuan karst pada Formasi Wonosari.

Reduksi ke Kutub. Medan magnet bumi selalu bervariasi terhadap posisi dan waktu. Medan

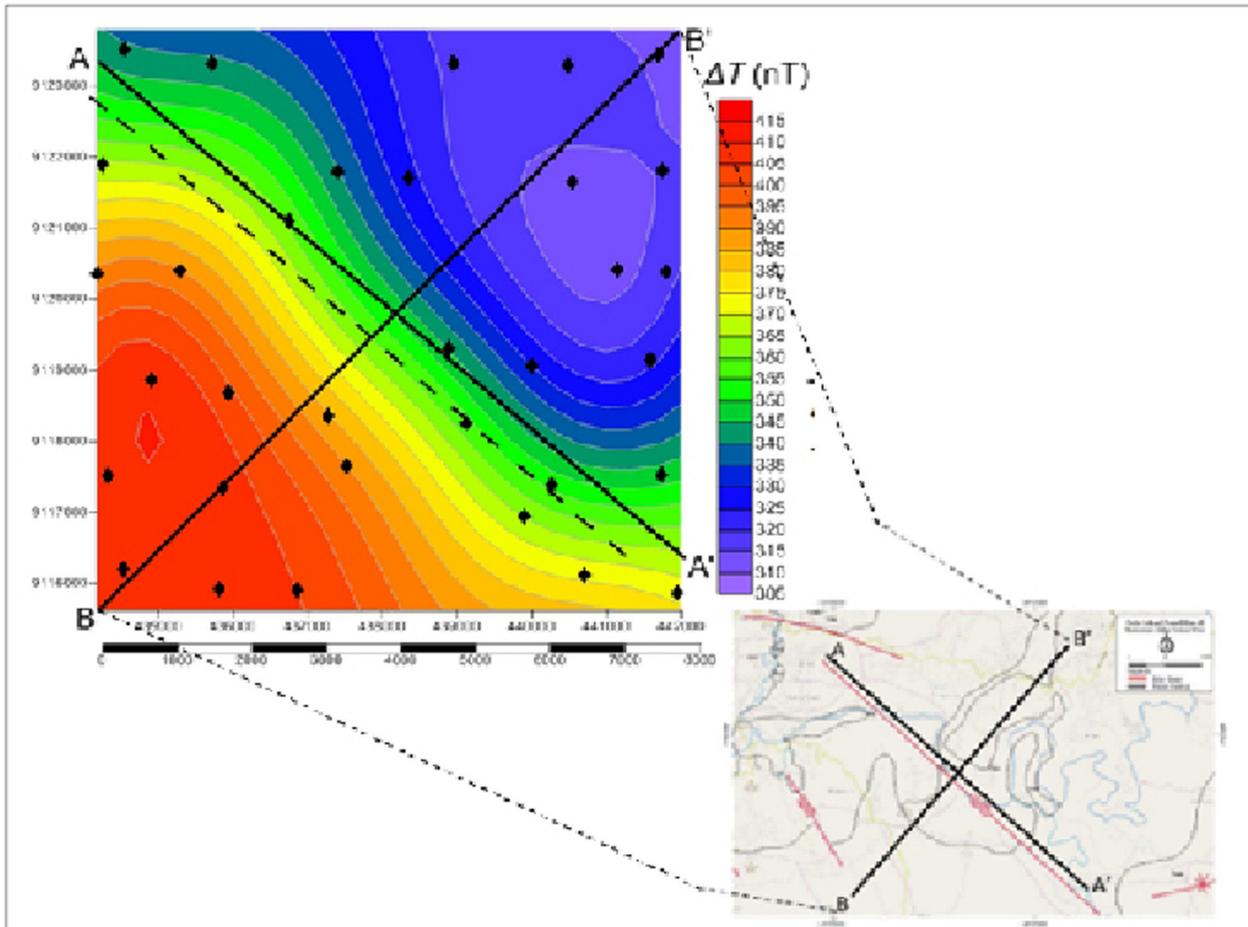
magnet hasil pengukuran dan koreksi masih berupa dipole karena koreksi-koreksi tersebut tidak dapat menunjukkan benda penyebab anomali secara tepat. Tujuan dilakukan reduksi ke kutub adalah untuk menempatkan daerah-daerah dengan anomali maksimal berada tepat di atas benda penyebab anomali.

Reduksi ke kutub atau *Reduction To Pole* (RTP) dilakukan dengan mengubah parameter medan magnet bumi pada daerah penelitian yang memiliki rata-rata nilai deklinasi 0.96o dan inklinasi -32o menjadi kondisi di kutub yang memiliki deklinasi 0o dan inklinasi 90o, sehingga arah medan magnet yang awalnya *dipole* menjadi *monopole*.

Kontinuasi ke atas. Peta anomali medan magnet hasil reduksi ke kutub belum menunjukkan anomali regional daerah penelitian, namun masih berupa anomali regional dan anomali lokal. Masih tercampurnya antara anomali regional dan anomali lokal akan mempersulit interpretasi, sehingga



Gambar 5. Proses kontinuasi ke atas dengan ketinggian (a) 500m, (b) 1000m, (c) 1500m, dan (d) 2000m



Gambar 6. Sayatan pada Anomali Medan Magnet Hasil Kontinuasi ke Atas pada Ketinggian 2000m

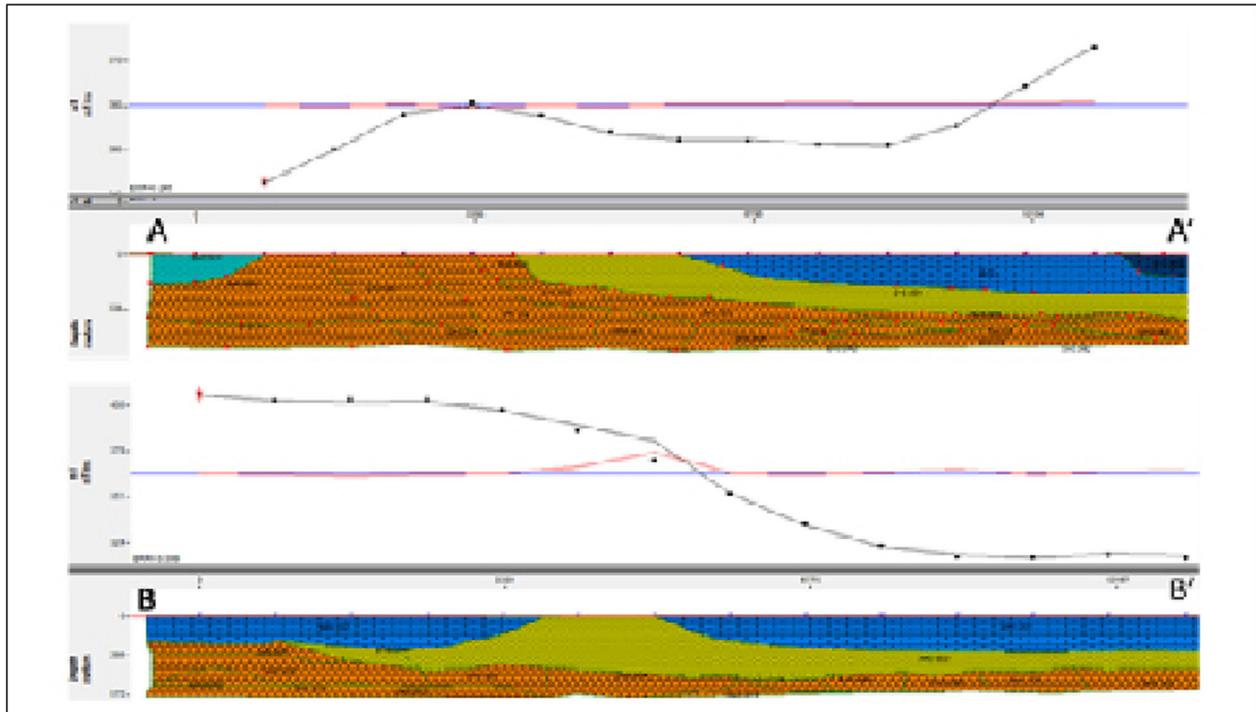
perlu dilakukan pemisahan antara keduanya. Proses pemisahan tersebut dilakukan dengan tahap kontinuasi ke atas, sehingga didapatkan anomali regional dengan cara mengurangi anomali hasil reduksi ke kutub dengan anomali lokal.

Kontinuasi ke atas menggunakan proses low pass filtering, yaitu untuk memfilter anomali lokal dan menyisakan anomali regional saja. Proses ini berguna untuk mengoreksi medan potensial pada tempat yang lebih tinggi dibandingkan dengan ketinggian tempat pengukuran.

Pada penelitian ini proses kontinuasi ke atas dilakukan dengan beberapa tahap dari ketinggian 500 m, 1000 m, 2000 m, dan 2500 m (gambar 5). Hal tersebut dimaksudkan untuk melihat perbedaan anomali regional daerah penelitian pada tiap-tiap ketinggian kontinuasi yang diterapkan. Pola anomali yang sudah tidak menunjukkan perubahan secara signifikan dipilih sebagai dasar untuk proses berikutnya yaitu pemodelan. Kontinuasi ke atas pada ketinggian 500m hingga 1000m

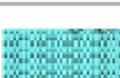
masih menunjukkan adanya pengaruh anomali lokal ditunjukkan dengan adanya klorur – klorur tinggi dan rendah yang bervariasi. Pada ketinggian 2000m pengaruh anomali lokal menunjukkan pengaruh yang mulai minimal. Proses kontinuasi pada penelitian ini berhenti pada ketinggian 2500 m karena memperlihatkan adanya pola anomali yang cukup jelas dan sudah tidak berubah secara signifikan. Hal ini juga dapat menggambarkan bahwa hasil kontinuasi ke atas pada ketinggian 2500 m merupakan nilai anomali regional tanpa adanya noise dan anomali lokal.

Pemodelan 2D dilakukan dengan melakukan sayatan di jalur-jalur tertentu sesuai dengan target penelitian. Target pada penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi dugaan jalur sesar Oyo. Berdasarkan peta geologi, dugaan sesar Oyo memiliki karakteristik sesar geser, sehingga dimungkinkan tidak terdapat perbedaan yang signifikan dari formasi batuan di sekitar jalur sesar. Maka untuk memperjelas formasi batuan di sekitar



Gambar 7. Hasil Pemodelan 2D sayatan AA' dan BB'

Tabel 1. Nilai Suseptibilitas dan Kedalaman Formasi Batuan di Kawasan Penelitian

No	Model	Suseptibilitas ($\times 10^{-3}$)	Formasi batuan	Kedalaman (m)	Batuan yang dominan
1		1 – 160 (Basalt)	Nglanggran	0 – 500	Breksi basalt
2		2 – 4 (Sandstone)	Sambipita	0 – 400	Pasir
3		0,1 – 1 (Limestone)	Wonosari	0 – 250	Gamping / karst
4		1 (All Sedimentary)	Endapan aluvium	0 – 100	Lempung dan pasir
5		? (Limestone)	Kepok	0 – 100	Gamping / karst

jalur sesar dilakukan 2 sayatan yaitu sayatan AA' sejajar sesar dan sayatan BB' tegak lurus sesar seperti ditunjukkan pada Gambar 6.

Berdasarkan pemodelan 2D pada gambar 7 dan tabel 1, Formasi Nglanggran memiliki nilai

suseptibilitas batuan yang rentangnya cukup lebar yaitu, $(1-160) \times 10^{-3}$. Rentang nilai suseptibilitas ini berbeda di tiap kedalaman. Pada kedalaman 0 – 300 meter batu basalt pada Formasi Nglanggran memiliki rentang suseptibilitas $(1-20) \times 10^{-3}$ dan

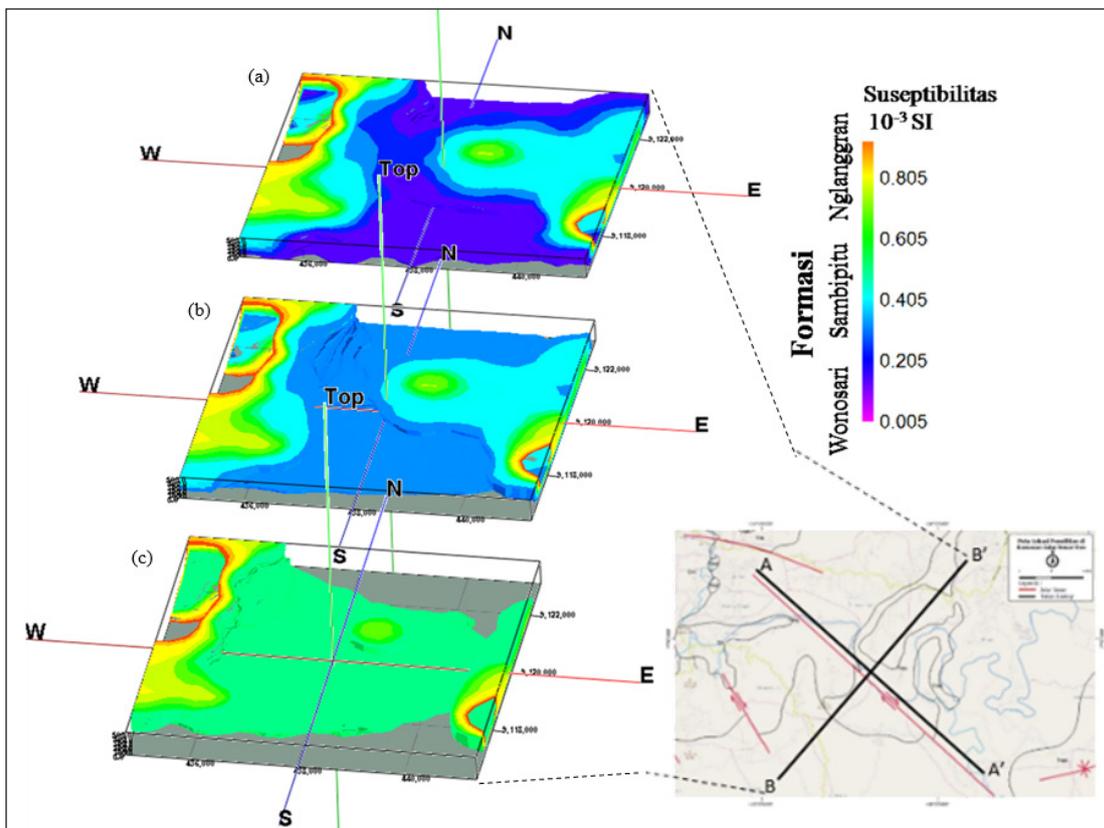
pada kedalaman 300-500 meter rentang nilai suseptibilitasnya $(30-160) \times 10^{-3}$.

Nilai suseptibilitas $(40-160) \times 10^{-3}$ hanya terdapat di bagian timur kawasan penelitian, yaitu pada bagian tenggara dengan kedalaman 350 – 500 m di mana suseptibilitasnya $(42-52) \times 10^{-3}$. dan timur laut dengan kedalaman 300 – 500 m di mana suseptibilitasnya $(100-160) \times 10^{-3}$. Selibuhnya, nilai suseptibilitas batuan di Formasi Nglanggran berkisar antara $(1 - 40) \times 10^{-3}$.

Formasi Sambipitu memiliki nilai suseptibilitas rentangnya tidak terlalu lebar yaitu $(2-4) \times 10^{-3}$ dan berada pada kedalaman 0 – 400 m. Formasi ini didominasi oleh batupasir. Karena sebagian besar formasi ini merupakan daerah aliran sungai Oyo, diperkirakan sedimen jenis batupasir yang terdapat di formasi ini merupakan campuran antara batupasir jenis gamping dari Formasi Wonosari dan batupasir jenis tuf dari Gunungapi Nglanggran secara berselang seling. Sehingga nilai suseptibilitas Formasi Sambipitu berada di antara nilai suseptibilitas Formasi Wonosari dan Nglanggran.

Formasi Wonosari memiliki nilai suseptibilitas yang paling rendah dan rentangnya tidak lebar yaitu $(0,1-1) \times 10^{-3}$ dan berada pada kedalaman 0 – 250 m. Formasi ini didominasi oleh batugamping. Di ujung timur laut formasi ini terdapat sedikit perbedaan suseptibilitas, yaitu $(1-3) \times 10^{-3}$. Hal ini disebabkan oleh letaknya yang sudah mendekati Formasi Kepek. Formasi Kepek juga didominasi oleh batugamping namun jenisnya yang berbeda dengan batugamping yang berada di Formasi Wonosari.

Berdasarkan hasil kedua pemodelan terdapat tiga jenis batuan utama dari tiga formasi yang mendominasi kawasan penelitian. Formasi Nglanggran ditunjukkan oleh bagian berwarna oranye, Formasi Sambipitu berwarna kuning dan Formasi Wonosari ditunjukkan oleh bagian berwarna biru. Formasi Nglanggran didominasi oleh batuan breksi jenis basal (*basalts*), Formasi Sambipitu didominasi oleh batuan sedimen jenis pasir (*sandstone*), dan Formasi Wonosari didominasi oleh batuan sedimen jenis gamping (*limestone*).



Gambar 8 (a). Formasi Wonosari pada Kedalaman 0-100m, (b) Formasi Wonosari pada Kedalaman 200m, (c) Formasi Sambipitu pada Kedalaman 300m

Pemodelan 3D dilakukan pada kontur anomali medan magnet yang telah direduksi ke kutub. Penyayatan dilakukan untuk mendapatkan *sample* nilai tertinggi dan terendah daerah penelitian. Untuk memperoleh rentang nilai tertinggi dan terendah pada peta kontur maka dilakukan sayatan. Sample nilai anomali medan magnet menggunakan interval 50 m untuk menghasilkan pemodelan 3D berdasarkan nilai suseptibilitas batuan di sekitar kawasan penelitian. Hasil pemodelan 3D ditunjukkan pada Gambar 8.

Untuk mengidentifikasi jalur sesar maka perlu dilihat kedalaman stratigrafi batuan di sekitar jalur sesar. Apabila terdapat perbedaan kedalaman stratigrafi batuan di sekitar jalur sesar, maka sesar tersebut merupakan sesar naik atau turun, sedangkan bila tidak ada perbedaan kedalaman stratigrafi batuan maka sesar tersebut merupakan sesar geser. Berdasarkan hasil pemodelan, tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada kedalaman stratigrafi batuan yang berada di sekitar jalur sesar, sehingga menguatkan asumsi bahwa jalur sesar Oyo tersebut merupakan sesar geser.

Gambar 8(a), (b) dan (c), menunjukkan adanya perbedaan ketinggian formasi batuan Wonosari. Perbedaan ketinggian tersebut hanya berkisar 100-200 meter. Perbedaan ketinggian ini diidentifikasi sebagai dugaan jalur sesar berdasarkan pemodelan. Posisi dugaan jalur sesar berdasarkan pemodelan berada di timur laut dan sejajar dengan dugaan jalur sesar berdasarkan peta geologi, memanjang dari arah tenggara sampai barat laut dan patah ke arah utara ketika bertemu dengan formasi Nglanggran, sehingga dugaan sesar berdasarkan pemodelan ini terbagi menjadi 2 segmen. Segmen pertama memanjang dari arah tenggara melewati 2 formasi yaitu formasi Wonosari dan formasi Sambipitu sepanjang 5,8 km dengan arah N120°E. Segmen kedua memanjang dari ujung segmen pertama sepanjang 2,5 km dengan arah N160°E. Patahnya sesar ini menjadi 2 segmen dimungkinkan karena energi pembentukan sesar tidak mampu menembus batuan di formasi Nglanggran yang memiliki kepadatan sangat tinggi dengan kecepatan yang sama sehingga arah sesar dibelokkan ketika menembus formasi tersebut.

Sesar Oyo ini diperkirakan berada di kedalaman 150 – 300 meter atau pada perbatasan tumpukan selaras dari formasi Wonosari dengan formasi Sambipitu seperti tampak pada Gambar 8(b) dan 8(c). Hal ini ditunjukkan dengan sudah tidak adanya perbedaan

ketinggian batuan di sekitar sesar pada formasi Nglanggran yang berada di kedalaman lebih dari 300 m pada Gambar 8. Jalur sesar ini juga diduga berasosiasi dengan keberadaan jalur Sungai Oyo baik sungai permukaan maupun bawah permukaan. Menurut Bahagiarti (2005), sungai bawah tanah yang berada di Plato Wonosari berada di kawasan karst atau gamping dan tidak bisa menembus bagian batuan beku (bagian *bedrock* nya). Hal ini dikarenakan batuan beku memiliki kepadatan yang besar sehingga tidak mampu ditembus air.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian “Interpretasi Struktur Bawah Permukaan Dengan Metode Geomagnet Di Jalur Sesar Oyo” dapat diambil kesimpulan sebagai berikut bahwa sebaran anomali medan magnet di kawasan penelitian memiliki nilai 180 nT – 660 nT. Struktur bawah permukaan di kawasan penelitian didominasi oleh 3 formasi utama yaitu: Nglanggran, didominasi batuan basal andesitik memiliki nilai suseptibilitas $(1-160) \times 10^{-3}$ berada pada kedalaman 0-500 m; Sambipitu, didominasi batupasir memiliki nilai suseptibilitas $(2-4) \times 10^{-3}$ berada pada kedalaman 0 – 400 m; serta Wonosari, didominasi batugamping memiliki nilai suseptibilitas $0,1 - 1 \times 10^{-3}$ berada pada kedalaman 0 – 250 m.

Dugaan jalur Sesar Oyo berdasarkan hasil pemodelan diidentifikasi sebagai sesar geser, terbagi menjadi dua segmen yaitu : segmen pertama memanjang dari arah tenggara melewati Formasi Wonosari dan Formasi Sambipitu sepanjang 5,8 km dengan arah N120°E dan segmen kedua memanjang dari ujung segmen pertama sepanjang 2,5 km dengan arah N160°E. Dugaan jalur sesar Oyo terdapat pada perbatasan tumpukan selaras dari Formasi Wonosari dengan Formasi Sambipitu.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, HZ., Andreas, H., Meilano, I., Gamal, M., Gumilar I., Abdullah, C. I., 2009. Deformasi Koseismik Dan Pascaseismik Gempa Yogyakarta 2006 Dari Hasil Survey GPS. *Jurnal Geologi Indonesia*, Vol. 4 No.4, Hal. 275-284.
- Bahagiarti, Sari Kusumayudha., 2005. *Hidrogeologi Karst dan Geometri Fraktal di Daerah Gunungsewu*, Yogyakarta
- Blakely, R.J., 1996. *Potential Theory in Gravity*

and Magnetic Applications. Edinburgh: Cambridge University Press.

- BMKG., 2010. *Katalog Gempabumi Signifikan dan Merusak 1821 – 2009*. Sub Bidang Mitigasi Gempabumi, Jakarta.
- Bock, Y., Prawirodirdjo, L., Genrich, J.F., Stevens, C.W., McCaffrey, R., Subarya, C., Puntodewo, S.S.O., dan Calais, E., 2003. *Crustal Motion in Indonesia from Global Positioning System Measurements*. *Journal Of Geophysical Research*, Vol. 108, No B8.
- Daryono., 2009. Pengkajian *Local Site Effect* di Graben Bantul Menggunakan Indeks Kerentanan Seismik Berdasarkan Pengukuran Mikrotremor. *Jurnal Kebencanaan Indonesia*, Vol. 2, No.1.
- Gravmag., 2015. *Magnetic Data Acquisition*. Diakses dari http://gravmag.ou.edu/mag_measure/magnetic_measure.html diakses pada tanggal 12 Oktober 2016.
- Telford, W.M., Geldart, L.P., and Sheriff, R.F., 2004). *Applied Geophysics Second Edition*. Edinburgh: Cambridge University Press.
- Walter, T. R., drr., 2008. The 26 May 2006 *Magnitude 6.4 Yogyakarta Earthquake South Of Mt. Merapi Volcano. Did Lahar Deposits Amplify Ground Shaking And Thus Lead To Disaster?*, *Geochem. Geophys. Geosyst.*, 9.