

**IDENTIFIKASI STRUKTUR BAWAH PERMUKAAN DI SEKITAR AREA
SEMBURAN GAS BIOGENIK MENGGUNAKAN METODE
MAGNETIK**

(Studi Kasus : Desa Sidolaju, Kecamatan Widodaren, Kabupaten Ngawi)

SKRIPSI

Oleh :
M. IMAM SA'RONI
NIM. 16640013



**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2023**

**IDENTIFIKASI STRUKTUR BAWAH PERMUKAAN DI SEKITAR
AREA SEMBURAN GAS BIOGENIK MENGGUNAKAN METODE
MAGNETIK
(Studi Kasus : Desa Sidolaju, Kecamatan Widodaren, Kabupaten Ngawi)**

SKRIPSI

Diajukan Kepada :

**Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)**

Oleh :

**M. IMAM SA'RONI
NIM. 16640013**

**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2023**

HALAMAN PERSETUJUAN

IDENTIFIKASI STRUKTUR BAWAH PERMUKAAN DI SEKITAR
AREA SEMBURAN GAS BIOGENIK MENGGUNAKAN METODE
MAGNETIK
(Studi Kasus : Desa Sidolaju, Kecamatan Widodaren, Kabupaten Ngawi)

SKRIPSI

Oleh:
M. IMAM SA'RONI
NIM. 16640013

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji
Pada Tanggal, 22 Juni 2023

Pembimbing I



Irjan, M.Si
NIP. 19691231 200604 1 003

Pembimbing II



Ahmad Abtokhi, M.Pd
NIP. 19761003 200312 1 004

Mengetahui
Ketua Program Studi



Imam Tazi, M.Si
NIP. 19740730 200312 1 002

HALAMAN PENGESAHAN

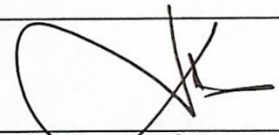
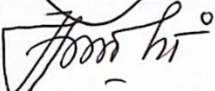
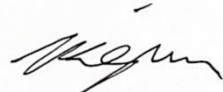
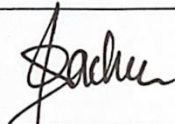
IDENTIFIKASI STRUKTUR BAWAH PERMUKAAN DI SEKITAR
AREA SEMBURAN GAS BIOGENIK MENGGUNAKAN METODE
MAGNETIK
(Studi Kasus : Desa Sidolaju, Kecamatan Widodaren, Kabupaten Ngawi)

SKRIPSI

Oleh:

M. IMAM SA'RONI
NIM. 16640013

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi dan
Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)
Pada Tanggal, 22 Juni 2023

Ketua Penguji	<u>Drs. Abdul Basid, M.Si</u> NIP. 19650504 199003 1 003	
Anggota Penguji	<u>Ahmad Luthfin, S.Si., M.Si</u> NIP. 19860504 201903 1 009	
Pembimbing I	<u>Irjan, M.Si</u> NIP. 19691231 200604 1 003	
Pembimbing II	<u>Ahmad Abtokhi, M.Pd</u> NIP. 19761003 200312 1 004	

Mengetahui

Ketua Program Studi



Imam Tazi, M.Si

NIP. 19740730 200312 1 002

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : M. IMAM SA'RONI
NIM : 16640013
Jurusan : FISIKA
Fakultas : SAINS DAN TEKNOLOGI
Judul Penelitian : IDENTIFIKASI STRUKTUR BAWAH PERMUKAAN DI
SEKITAR AREA SEMBURAN GAS BIOGENIK
MENGGUNKAN METODE MAGNETIK (Studi Kasus :
Desa Sidolaju, Kecamatan Widodaren, Kabupaten Ngawi)

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa hasil penelitian saya ini tidak terdapat unsur-unsur penjiplakan karya penelitian atau karya ilmiah yang pernah dilakukan atau dibuat oleh orang lain, kecuali yang tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka. Apabila ternyata hasil penelitian ini terbukti terdapat unsur-unsur jiplakan maka saya bersedia untuk menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 22 Juni 2023
Yang Membuat Pernyataan



M. Imam Sa'roni
NIM. 16640013

MOTTO

“Menyia-nyiakan waktu lebih buruk dari kematian.

*Karena kematian memisahkanmu dari dunia, sementara menyia-nyiakan waktu
memisahkanmu dari Allah.”*

“Ridho allah terletak pada ridho kedua orang tua

Dan Do’a orang tua adalah do’a yang paling mujarab”

HALAMAN PERSEMBAHAN

- Tuhan yang maha ESA
- Nabi Muhammad SAW
- Bapak Dardi dan Ibu Rosidah
- Saudari Eni Muslikhatin Nur Aida
- Keluarga besar Bapak H. Syaifudin
- Bapak Irjan, M.Si
- Admin Fisika Mbak Ninik Tercinta
- Seluruh teman seperjuangan

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan segala rahmat dan nikmatnya berupa kesehatan, kesempatan, kekuatan, keinginan, serta kesabaran, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. skripsi yang telah penulis susun ini berjudul “Identifikasi Struktur Bawah Permukaan Di Sekitar Area Semburan Gas Biogenik Menggunakan Metode Magnetik (Studi Kasus : Desa Sidolaju, Kecamatan Widodaren, Kabupaten Ngawi)”.

Sholawat serta salam penulis panjatkan kepada Rasulullah Muhammad SAW, yang telah menuntun manusia dari zaman jahiliyah menuju zaman yang terang benderang dan penuh dengan ilmu pengetahuan yang luar biasa saat ini. Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini tidak akan tersusun dengan baik tanpa adanya bantuan dari pihak-pihak yang terkait. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu penulis dalam penyusunan penulisan proposal skripsi ini.

Selanjutnya kami ucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. H. M. Zainuddin, MA., selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. Sri Harini, M.Si., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang .
3. Dr. Imam Tazi, M.Si., selaku Ketua Jurusan Fisika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Irjan, M.Si., selaku Dosen Pembimbing Jurusan Fisika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang

5. Segenap Dosen Jurusan Fisika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang yang telah bersedia mengamalkan ilmunya, membimbing, dan memberikan pengarahan selama perkuliahan.
6. Bapak dan Ibu yang selalu mendo'akan dan selalu memberi semangat untuk putranya dalam segala hal.
7. Seseorang yang selalu saya reportkan selama di malang
8. Teman-teman Angkatan 2016 dan seluruh keluarga geofisika yang telah membantu dan memberikan pengarahan dalam menyusun proposal skripsi.
9. Serta semua pihak yang telah membantu secara langsung maupun tidak langsung demi kesuksesan dalam penulisan Skripsi.

Semoga Allah SWT membalas semua kebaikan mereka dengan nikmat yang berlipat ganda baik di dunia maupun di akhirat kelak amin. Penulis berharap semoga skripsi ini memberikan manfaat bagi penulisan dan semua pihak yang membaca laporan ini, dalam menambah wawasan ilmiah dan memberikan kontribusi bagi perkembangan ilmu pengetahuan, oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat konstruktif sangat penulis harapkan demi kebaikan bersama.

Malang, 16 Juni 2023

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGAJUAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	v
MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
ABSTRAK	xv
ABSTRACT	xvi
المخلص	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Manfaat Penelitian	5
1.5 Batasan Masalah	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Gas Biogenik	6
2.2 Geologi daerah Penelitian	8
2.3 Metode Magnetik	10
2.4 Teori Dasar Magnetik	11
2.4.1 Gaya Magnetik	11
2.4.2 Kuat Medan Magnet	12
2.4.3 Momen Magnetik	12
2.4.4 Intensitas Kemagnetan	13
2.4.5 Suseptibilitas Batuan	13
2.4.6 Induksi Magnetik	16
2.4.7 Medan Magnet Bumi	17
2.5 Koreksi-Koreksi Data Magnetik	21
2.5.1 Koreksi harian	21
2.5.2 Koreksi IGRF	22
2.6 Transformasi Medan Magnet	22
2.6.1 Reduksi Bidang Datar	22
2.6.2 Kotiniasi ke Atas	23
2.6.3 Reduksi Ke Kutub	24
2.7 <i>Proton Procession Magnetometer</i>	25

BAB III METODOLOGI	27
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	27
3.2 Peralatan Penelitian	27
3.3 Data Penelitian	28
3.4 Prosedur Pelaksanaan Penelitian	28
3.4.1 Metode Pengumpulan Data	28
3.4.2 Metode Pengolahan Data	29
3.4.3 Interpretasi Data	30
3.5 Diagram Alir	31
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	32
4.1 Anomali Medan Magnet	32
4.2 Topografi	34
4.3 Interpretasi Data Magnetik	35
4.4.1 Kontinuasi Ke Atas	35
4.4.2 Reduksi Ke Kutub (RTP)	39
4.4 Hasil dan Pembahasan	39
4.4.1 Penampang <i>Slice</i> A-B	41
4.4.2 Penampang <i>Slice</i> C-D	42
4.4.3 Penampang <i>Slice</i> E-F	44
4.4.4 Penampang 3 Dimensi (3D)	45
4.5 Kajian Al-Qur'an	48
BAB V PENUTUP	52
5.1 Kesimpulan	52
5.2 Saran	52
DAFTAR PUSTAKA	53
LAMPIRAN	55

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Suseptibilitas magnetik batuan dan mineral (Telford, 1990).....	15
---	----

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Peta Geologi Lembar Ngawi (Datun, dkk).....	9
Gambar 2.2 Garis Gaya Magnet (Sarkowi, 2010).....	11
Gambar 2.3 Pengaruh Inklinasi Benda (Siahaan, 2009).	18
Gambar 2.4 Anomali Magnetik Dari Batuan Atau Benda Anomali Bawah Permukaan Bumi (Telford, 1990).....	21
Gambar 2.5 Ilustrasi Kontinuasi ke atas (Telford, 1990).....	24
Gambar 2.6 Sebuah Anomali Magnetik Sebelum Dan Setelah Reduksi Ke Kutub (Blackely, 1996).....	25
Gambar 2.7 Diagram Kotak dari PPM (Mazzini, 2007).	25
Gambar 3.1 Lokasi Penelitian	27
Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian	31
Gambar 4.1 Tampilan Nilai IGRF (www.ngdc.noaa.gov/geomag)	33
Gambar 4.2 Anomali Medan Magnet Total	34
Gambar 4.3 Kontur Topografi Daerah Penelitian	35
Gambar 4.4 Kontur Anomali Regional Pada Ketinggian 700 m	37
Gambar 4.5 Kontur Anomali Residual Pada Ketinggian 700 m.....	38
Gambar 4.6 Kontur Anomali Residual Setelah di Reduksi Ke Kutub.....	39
Gambar 4.7 Profil Slice Kontur Anomali Residual	40
Gambar 4.8 Hasil Pemodelan 2D Bawah Permukaan Slice A-B.....	41
Gambar 4.9 Hasil Pemodelan 2D Bawah Permukaan Slice C-D.....	43
Gambar 4.10 Hasil Pemodelan 2D Bawah Permukaan Slice E-F.....	44
Gambar 4.11 Hasil Penampang Slice 3D.....	46

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Data Hasil Penelitian	56
Lampiran 2 : Gambar Peta Geologi Daerah Penelitian	62
Lampiran 3 : Dokumentasi Pengambilan Data	63

ABSTRAK

Sa'roni. M. Imam. 2023. **Identifikasi Struktur Bawah Permukaan Di Sekitar Area Semburan Gas Biogenik Menggunakan Metode Magnetik (Studi Kasus Desa Sidolaju, Kecamatan Widodaren, Kabupaten Ngawi).** Skripsi. Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing : (1) Irjan, M.Si (2) Ahmad Abtokhi, M.Pd

Kata Kunci : Gas, Biogenik, Magnetik

Kondisi sumber daya energi migas Indonesia hingga Juni 2019 lalu mengalami penurunan produksi mencapai 15 sampai 20 persen. Oleh karenanya diperlukan energi alternatif pengganti seperti gas biogenik. Pada Agustus tahun 2018 terdapat peristiwa semburan gas biogenik di daerah Ngawi. Pada tanggal 08-09 April 2021 telah dilakukan penelitian menggunakan metode magnetik dan didapatkan 137 data dengan spasi 50 m pada luasan 700x700 meter. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui keadaan struktur bawah permukaan dan potensi gas biogenik di bekas area semburan gas biogenik. Setelah dilakukan keseluruhan koreksi didapatkan nilai anomaly medan total. Berdasarkan hasil interpretasi nilai anomaly medan magnet lokal yang bervariasi mulai dari -12 nT sampai 7 nT., Interpretasi dilakukan dengan membuat tiga *slice*, yaitu *slice* A-B, C-D, dan E-F. Pendugaan struktur bawah permukaan terdapat empat lapisan yaitu lempung lanau 0.000002 cgs emu, batuan pasir 0.000005 cgs emu, breksi gunungapi 0.000026 cgs emu, dan breksi lahar 0.000012 cgs emu sedangkan pendugaan terjebakannya gas biogenik berasosiasi pada lapisan pasir. Ketiga *slice* tersebut menyatakan bahwa terdapat Potensi gas biogenik yang terbentuk pada struktur lipatan (terjebak pada lapisan pasir) dan tersebar di area penelitian, serta diduga terbentuk pada kurun waktu geologi secara bersamaan.

ABSTRACT

Sa'roni, M. Imam. 2023. Subsurface Structure **Identification around Biogenic Gas Seepage Area Using Magnetic Method (Case Study: Sidolaju Village, Widodaren Subdistrict, Ngawi Regency)**. Undergraduate Thesis. Department of Physics, Faculty of Science and Technology, Maulana Malik Ibrahim State Islamic University Malang. Advisors: (1) Irjan, M.Si (2) Ahmad Abtokhi, M.Pd.

Keywords: Gas, Biogenic, Magnetic

The condition of Indonesia's oil and gas energy resources as of June 2019 experienced a production decline of 15 to 20 percent. Therefore, alternative energy sources such as biogenic gas are needed. In August 2018, a biogenic gas seepage incident occurred in the Ngawi area. On April 8-9, 2021, a research was conducted using the magnetic method, and 137 data points were obtained with a 50 m spacing in an area of 700x700 meters. This research was carried out to determine the subsurface structure and the potential of biogenic gas in the former biogenic gas seepage area. After conducting overall corrections, the value of the total magnetic field anomaly was obtained. Based on the interpretation results, the local magnetic field anomaly values varied from -12 nT to 7 nT. Interpretation structure estimation revealed four layers, namely clay with a magnetic susceptibility of 0.000002 cgs emu, sandstone with a magnetic susceptibility of 0.000005 cgs emu, volcanic breccia with a magnetic susceptibility of 0.000026 cgs emu, and lahar breccia with a magnetic susceptibility of 0.0000012 cgs emu. The estimation indicated the entrapment of biogenic gas associated with the sandstone layer. These three slices indicate the presence of potential biogenic gas formed in fold structures (trapped in the sandstone layer) and scattered in the research area, suggesting simultaneous geological formation.

المخلص

سعروني. إمام. 2023. تحديد الهيكل الداخلي للسطح حول منطقة انبعاث الغاز الحيوي باستخدام طريقة المغناطيسية (دراسة حالة: قرية سيدولاجو، منطقة ويدودارين، محافظة نجاوي). رسالة جامعية. قسم الفيزياء، كلية العلوم والتكنولوجيا، جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية مالانج. المشرفون: (1) إيرجان، ماجستير العلوم (2) أحمد أبتوكي، ماجستير التربية.

الكلمات الرئيسية: غاز، حيوي، مغناطيسي

شهدت حالة موارد الطاقة من النفط والغاز في إندونيسيا انخفاضًا في الإنتاج بنسبة تصل إلى 15 إلى 20 في المائة حتى يونيو 2019. لذلك، هناك حاجة إلى مصدر طاقة بديل مثل الغاز الحيوي. في أغسطس 2018، حدث انبعاث للغاز الحيوي في منطقة نجاوي. في 8-9 أبريل 2021، تم إجراء بحث باستخدام طريقة المغناطيسية، وتم الحصول على 137 بيانات بتباعد 50 مترًا في منطقة بمساحة 700×700 متر. أجري هذا البحث لتحديد الهيكل الداخلي للسطح واستكشاف إمكانية وجود الغاز الحيوي في منطقة الانبعاث السابقة. بعد إجراء التصحيحات الكاملة، تم الحصول على قيمة غير عادية للمجال المغناطيسي الكلي. استنادًا إلى نتائج التفسير، تباينت قيم التشوه المغناطيسي المحلي من -12 نانوتسلا إلى 7 نانوتسلا. تم إجراء التفسير عن طريق إنشاء ثلاث شرائح، هي شريحة أ-ب، ج-د، و-هـ. توصل التقدير إلى وجود أربع طبقات في الهيكل الداخلي للسطح، وهي طبقة الطمي الرقيقة بقيمة 0.000002 cgs emu، وحدة ترجمة مركزية وطبقة الصخر الرملي بقيمة 0.000005 cgs emu، وطبقة تفتت البراكين بقيمة 0.000026 cgs emu، وطبقة تفتت الحمم البركانية بقيمة 0.000012 cgs emu، بينما يُعتقد أن الغاز الحيوي محبوس في طبقة الرمل. تشير هذه الشرائح الثلاث إلى وجود إمكانية لتكوين الغاز الحيوي في هياكل الطيات (محبوس في طبقة الرمل) وانتشاره في منطقة البحث، ويُشتبه في تكوينه في نفس الفترة الزمنية الجيولوجية.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia adalah sebuah negara kepulauan yang diberkahi dengan potensi sumber daya alam yang beragam. Karena keberagamannya masyarakat di setiap daerah memiliki cara tersendiri dalam memanfaatkan potensi tersebut. Kurangnya pengetahuan teknologi yang mendukung dalam kegiatan eksplorasi membuat sumber daya alam yang ada belum dapat dimanfaatkan secara maksimal. Seiring berkembangnya zaman, meningkat pula kebutuhan penduduk. Peningkatan ini tidak berbanding lurus dengan ketersediaan sumber daya alam yang dimiliki sehingga situasi ini menyebabkan Indonesia berada dalam kondisi krisis. Hingga kini, Indonesia masih mengandalkan minyak dan gas bumi sebagai sumber energi pokok. Kepala Divisi Program dan Komunikasi SKK Migas, Wisnu Prabawa Taher mengatakan sampai juni 2019 jumlah produksi migas siap jual mencapai 1,808 juta barel, namun secara umum penurunan produksi saat ini mencapai 15 sampai 20 persen pada mayoritas lapangan tua di indonesia (Liputan6.com, 2019). Melihat penurunan produksi tersebut maka dibutuhkan adanya energi alternatif pengganti minyak dan gas bumi.

Gas biogenik merupakan salah satu sumber daya alam alternatif yang tercipta dari dekomposisi bahan-bahan organik oleh mikroorganisme bersifat anaerobik yang berada pada temperatur rendah. Secara tipikal pada umumnya gas ini terperangkap pada sedimen dangkal di bawah permukaan bumi. Terbentuknya gas biogenik lebih sering terjadi didaerah rawa-rawa, sawah, dan danau air tawar.

Masyarakat memanfaatkan gas ini sebagai bahan bakar seperti halnya minyak dan gas bumi. Gas biogenik memiliki kadar polusi udara yang rendah dan ramah lingkungan, hal ini membuatnya lebih diunggulkan dari jenis bahan bakar hidrokarbon yang lain karena karbondioksida yang dihasilkan dari proses pembakarannya lebih sedikit (Rice dan Claypool, 1981).

Berbagai negara telah memanfaatkan gas biogenik sebagai energi alternatif salah satunya yaitu China. Tahun 1995 China telah memanfaatkan gas biogenik tepatnya di muara sungai Yangtse. Saat itu gas biogenik dimanfaatkan sebagai bahan bakar rumah tangga dan industri kecil, kini produksinya telah mencapai 5000 m³ per hari. Oleh pemerintah China pengembangan energi alternatif gas biogenik dengan infrastruktur pemboran dan pemanisasi secara langsung (Qilun, 1995).

Berbeda dengan Indonesia yang sampai saat ini masih menggunakan cara sederhana dalam pengolahannya dan belum dapat dimanfaatkan secara maksimal seperti halnya di Pamekasan Madura. Gas biogenik di sana baru dimanfaatkan sebagai lampu penerangan jalan dan tungku rumah tangga. Meninjau seringnya dilakukan penelitian di daerah tersebut menunjukkan besarnya potensi yang ada diharapkan dapat dimanfaatkan lebih maksimal oleh masyarakat setempat dengan bijak.

Potensi gas biogenik di Indonesia tersebar di berbagai daerah. Penelitian yang dilakukan oleh PPPGL di laut dangkal menemukan adanya indikasi besarnya potensi sumber gas biogenik yang terperangkap pada sedimen holosen. Laut dangkal bukan satu-satunya lokasi yang memiliki potensi perangkap gas biogenik, daerah rawa dan persawahan juga memiliki potensi tersebut seperti halnya peristiwa di Ngawi. Agustus 2018 lalu ditemukan adanya gas biogenik di sumur salah satu

rumah warga. Peristiwa ini pernah terjadi pada tahun 2012 silam muncul di 2 titik yang berdekatan di Desa Sidolaju, Kecamatan Widodaren, Kabupaten Ngawi. Kepala Bidang Energi, Dinas ESDM Jawa Timur, Kukuh Sudjarmiko mengatakan bahwa semburan gas dangkal itu sangat berpotensi di Ngawi, tetapi gas tersebut bukanlah gas bumi melainkan gas rawa yang mudah terbakar. Keterkaitannya dengan minyak dan gas bumi masih harus dilakukan penelitian yang mendalam (Liputan6.com, 2018).

Peristiwa semburan air dan gas di Ngawi mengindikasikan bahwa adanya potensi gas biogenik pada daerah tersebut. Berdasarkan geologinya, wilayah Ngawi disusun oleh batuan sedimen lajur kendeng, rembang, serta solo dan memiliki endapan alluvial berupa lempung, lanau, pasir, dan kerikil yang memungkinkan gas biogenik berasosiasi di daerah tersebut. Karena bentuk geologi tersebut wilayah Ngawi memiliki banyak posisi tanah yang antiklin sehingga memiliki dugaan potensi jebakan gas yang akurat. Menurut Kukuh Sudjarmiko, Kepala Badan Energi, Dinas Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) semburan air dan gas yang muncul disebabkan adanya patahan yang mengakibatkan gas keluar dan mendorong air ke atas permukaan.

Hal tersebut sebagaimana firman Allah dalam Surat Ath-Thalaq ayat 12.

اللَّهُ الَّذِي خَلَقَ سَبْعَ سَمَاوَاتٍ وَمِنَ الْأَرْضِ مِثْلَهُنَّ يَتَنَزَّلُ الْأَمْرُ بَيْنَهُنَّ لِتَعْلَمُوا أَنَّ اللَّهَ عَلَىٰ كُلِّ شَيْءٍ قَدِيرٌ وَأَنَّ اللَّهَ قَدْ أَحَاطَ بِكُلِّ شَيْءٍ عِلْمَهُ ﴿١٢﴾

“Allah-lah yang menciptakan tujuh langit dan seperti itu pula bumi. Perintah Allah berlaku padanya, agar kamu mengetahui bahwasanya Allah Maha Kuasa atas segala sesuatu, dan sesungguhnya Allah ilmu-Nya benar-benar meliputi segala sesuatu”(Q.S Ath-Thalaq:12).

Pada umumnya untuk memastikan adanya potensi gas biogenik perlu dilakukan identifikasi struktur bawah permukaan. Salah satu metode yang mendukung untuk melakukannya adalah metode magnetik. Metode magnetik adalah salah satu metode geofisika yang memanfaatkan asas kemagnetan bumi dalam penggunaannya untuk mengetahui struktur bawah permukaan dan kedalamannya. Metode ini bekerja pada perbedaan magnetisasi suatu batuan yang diinduksi oleh medan magnet bumi. Data pengamatan magnetik lebih menunjukkan sifat residual yang kompleks, sehingga metode ini memiliki variasi terhadap waktu yang lebih besar. Metode magnetik sering digunakan dalam eksplorasi minyak bumi, panas bumi, dan batuan mineral.

Menshov, dkk (2016), melakukan penelitian menggunakan metode magnetik di cekungan Carpathian menghasilkan data yang didominasi oleh anomali lokal negatif 4-8 nT yang menunjukkan adanya minyak dan gas, akumulasi minyak berada di batu karbonat Jurassic pada kedalaman sekitar 2 Km sedangkan reservoir gas di lapisan miosen Dashava berada pada batuan pasir sekitar 1-1.5 Km. Banyak juga penelitian menggunakan magnetometer yang telah sukses dalam beragam cekungan minyak dan gas seperti LeSchack dan Van Alstine (2012), Schumacher (1996), dan Gadirov dan Eppelbaum (2012) (Menshov, 2016). Meninjau penelitian tersebut dapat diasumsikan bahwa gas sering berasosiasi dengan hydrocarbon lain dan menempati batuan yang memiliki porositas tinggi seperti batuan pasir.

Metode magnetik merupakan metode yang tepat untuk penelitian ini karena selain lebih mudah untuk menentukan sebaran juga memiliki kedalaman yang lebih, sehingga lebih gamblang dalam menampilkan litologi bawah permukaan yang nantinya dapat diasumsikan struktur mana yang berpotensi menjadi jebakan gas.

Berdasarkan uraian diatas maka perlu dilakukannya penelitian guna mengetahui sebaran gas biogenik di area penelitian dan mengetahui struktur bawah permukaan area penelitian. Diharapkan hasil penelitian ini nantinya dapat bermanfaat bagi masyarakat luas khususnya warga Sidolaju dan turut berperan dalam menyelesaikan permasalahan energi di Indonesia.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana kondisi struktur bawah permukaan di area penelitian?
2. Bagaimana potensi gas biogenik di area penelitian?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui kondisi struktur bawah permukaan di area penelitian.
2. Mengetahui potensi gas biogenik di area penelitian

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai informasi kepada masyarakat luas untuk mengetahui potensi gas biogenik di sekitar area penelitian.

1.5 Batasan Masalah

1. Lokasi penelitian berada di Desa Sidojalu Kecamatan Widodaren Kabupaten Ngawi, dengan luas $700 \times 700 \text{ m}^2$.
2. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode magnetik.
3. Area penelitian terletak pada koordinat $7^{\circ}24'22.67'' \text{ LS} - 7^{\circ}24'19.33'' \text{ LS}$ dan $111^{\circ}16'13.84'' \text{ BT} - 111^{\circ}16'32.86'' \text{ BT}$.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

1.1 Gas Biogenik

Pembentukan gas dangkal dapat terjadi secara biogenik atau pun termogenik. Khusus pada pembentukan gas biogenik, gas ini terbentuk dengan proses biogenik sebagai hasil dekomposisi material organik oleh bakteri metanogenik pada suhu rendah yang sesuai dengan lingkungan pertumbuhan bakteri metanogenik. Umumnya gas biogenik terperangkap pada sedimen yang belum matang dan pada kedalaman yang dangkal dengan gradien geotermal rendah (Rice & Claypool, 1981), termasuk gas biogenik yang terbentuk pada sedimen laut dengan lingkungan anaerob dan pada zona kandungan sulfat yang menurun. Kondisi-kondisi ini sangat spesifik sehingga gangguan sedikit terhadapnya akan berpengaruh terhadap pembentukan dan keberadaan gas biogenik.

Gas biogenik dangkal terbentuk dalam dua skenario (Rice, 1993), yang pertama adalah pembentukan awal yaitu terbentuknya gas biogenik segera setelah pengendapan batuanbatuan induk dan reservoir, sedangkan yang kedua adalah pembentukan akhir di mana gas biogenik terbentuk lama berselang setelah batuanbatuan tersebut diendapkan. Konsekuensinya adalah pada pembentukan awal akan memberikan kesempatan yang cukup banyak pada gas yang terbentuk untuk bermigrasi dan terakumulasi. Sebaliknya, pembentukan akhir yang lama terjadi setelah pengendapan batuan induk dan batuan reservoir tidak memungkinkan gas bermigrasi dan terakumulasi lebih lama sehingga gas yang terkumpul pada batuan reservoir akan lebih sedikit.

Gas biogenik dangkal dapat terkumpul dalam satu satuan stratigrafi yang sama antara batuan induk dan batuan reservoir (Shurr & Ridgley, 2002). Bahkan kehadiran batuan penutup terkadang bukan merupakan hal yang signifikan jika menyangkut tentang sistem gas biogenik. Keadaan ini menunjukkan hubungan antara pembentukan gas biogenik dan akumulasinya sangat dekat dalam skala ruang dan waktu, sehingga sebagai konsekuensinya akan terbentuk jalur migrasi yang pendek.

Allah berfirman dalam surat Shad ayat 18:

إِنَّا سَخَّرْنَا الْجِبَالَ مَعَهُ يُسَبِّحْنَ بِالْعَشِيِّ وَالْإِشْرَاقِ ﴿١٨﴾

“Sesungguhnya Kami telah memudahkan gunung-gunung turut bertasbih memuji Kami bersama-sama dengannya; pada waktu petang dan ketika terbit matahari”
(Q.S. Shad: 18)

Dalam tafsir jalalayn: “sesungguhnya kami menundukkan gunung-gunung untuk bertasbih bersama dia diwaktu petang (di waktu shalat isya’) dan pagi (di waktu shalat dhuha, yaitu diwaktu matahari mencapai sepenggalah)”. Dalam tafsirnya, Quraish shihab mengatakan “sesungguhnya kami menundukkan gunung-gunung agar manfaat yang terkandung di dalamnya dapat dieksploitasi oleh Daud dan agar gunung-gunung itu bertasbih bersama daud menyucikan allah dari segala bentuk kekurangan pada setiap pagi dan petang”.

Pada ayat tersebut digunakan kata “يسبحن” yang mengikuti wazan “أَفْعُ” yang berarti “bertasbih”. Secara kaidah shorfiah kalimat yang mengikuti wazan tersebut memiliki 5 makna, salah satunya yaitu ‘taktsir’ (memperbanyak). Jika dihubungkan dengan tafsir quraish shihab maka, kata ini dapat bermakna 4 memperbanyak

eksploitasi. Eksploitasi dalam hal ini adalah dalam arah positif yang nantinya dapat membuat manusia bersyukur kepada Allah, oleh karenanya digunakan kata “bertasbih”.

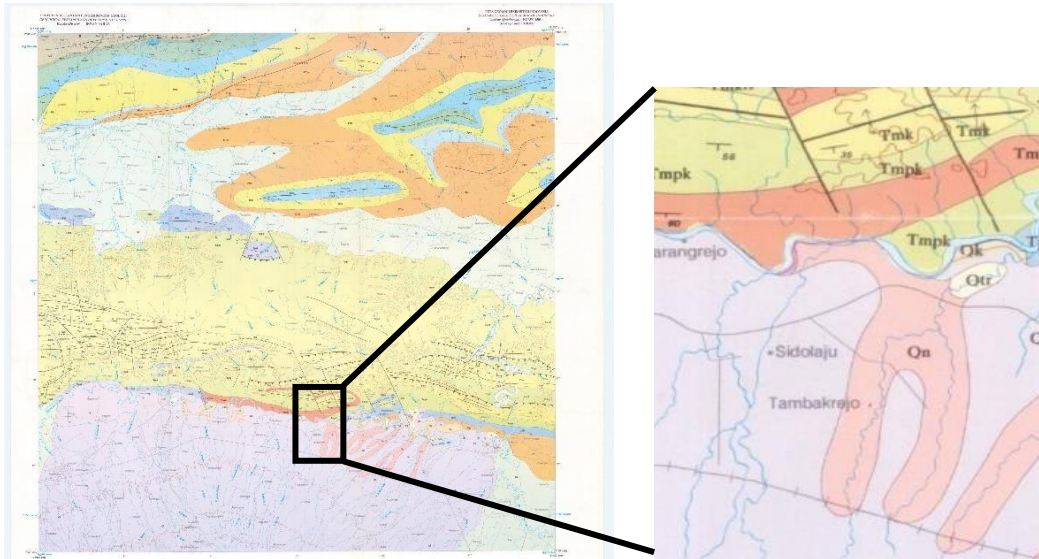
Gas biogenik sebagian besar terdiri dari metana terkecuali pada gas biogenik di lingkungan air payau (PH rendah) dimana komponen utamanya berupa CO₂ yang terbentuk secara biologis. Karakteristik utama dalam membedakan gas biogenik adalah komposisi kimia dan isotop. Gas biogenik secara komposisi hampir sepenuhnya terdiri dari metana ($C1/C1-5 > 0,98$). Hidrokarbon kecil yang lebih berat dapat dikaitkan dengan produksi suhu termal rendah. Ambiguitas dalam interpretasi asal usul gas biogenik dapat diminimalisir dari mensinkronkan data kimia dan isotop dengan informasi geologi daerah (Rice dan Claypool, 1981).

Gas hidrokarbon yang dihasilkan dalam 3 tahap utama memiliki komposisi kimia yang berbeda dan rasio isotop karbon stabil (Gambar 2.1), secara teori dapat membedakan tipe gas yang dihasilkan dalam setiap tahap. Namun dalam beberapa kejadian faktor geologi menjadi sebuah informasi penting untuk menafsirkan asal-usul terbentuknya gas. Komposisi gas biogenik didominasi oleh metana dan terdapat 2% Etana, Propana, Butana, dan Pentana (Rice dan Claypool, 1981).

1.2 Geologi daerah Penelitian

Kabupaten Ngawi secara geografis terletak pada koordinat 70 00' – 70 30' Lintang Selatan dan 1110 00' – 1110 30' Bujur Timur dengan luasan sebesar 3.025 Km². Secara morfologi tersusun dari enam kesatuan yaitu lereng G. Lawu, dataran vulkanik Sragen – Ngawi, dataran aluvium Ngawi – Madiun, perbukitan Kendeng, perbukitan Blora – Cepu, dan dataran aluvium Randublatung. Sedangkan secara stratigrafi tersusun dari lajur Solo, lajur Kendeng, dan lajur Rembang. Antara

lajur Kendeng dan lajur Rembang tersekat oleh lekuk Randublatung yang memanjang dari timur ke barat (Datun dkk, 1996).



Gambar 2.1 Peta Geologi Lembar Ngawi (Datun, dkk)

Daerah penelitian tepatnya berada di Desa Sidolaju, Kecamatan Widodaren. Secara morfologi daerah tersebut masuk dalam lereng G. Lawu dan secara stratirafi masuk dalam lajur Solo bagian utara dan lajur Kendeng bagian selatan. Pada lajur Solo dihuni oleh endapan Lawu dan Pada lajur Kendeng dihuni oleh endapan undak, formasi notopuro, formasi kabuh, formasi pucangan, formasi kalibeng, dan formasi kerek (Datun dkk, 1996). Namun secara spesifik area penelitian berada pada lajur Solo yang berupa endapan Lawu dan sedikit bersinggungan dengan formasi notopuro. Endapan ini menindih tak selaras formasi notopuro dan formasi kabuh yang berada dibawah formasi notopuro. Secara keseluruhan endapan ini merupakan endapan G. Lawu, 9 namun secara khusus merupakan endapan G. Lawu muda yang berumur kuartar. Endapan ini berisikan batuan vulkanik yang berupa batu pasir gunungapi, batu lempung – lanau gunungapi, breksi gunungapi, dan lava (Datun dan Rumidi, 1985).

Batu pasir vulkanik memiliki karakter berwarna abu-abu kecokelatan dengan porositas sedang hingga baik. Dibeberapa tempat membentuk konglomerat dengan ketebalan 15 – 70 cm dan terkadang berstruktur silang-siur. Batu lempung-lanau vulkanik memiliki karakter berwarna abu-abu coklat kekuningan dan agak keras dengan ketebalan 20-110 cm. Breksi vulkanik memiliki karakter berwarna abu-abu gelap bersifat andesit terlihat jelas bekas gas yang menyusup diantara breksi lava (Datun dan Rumidi, 1985).

1.3 Metode Magnetik

Metode magnetik adalah metode geofisika yang digunakan untuk memperoleh gambaran bawah permukaan bumi berdasarkan karakteristik magnetiknya. Metode ini memanfaatkan sifat kemagnetan bumi sehingga diperoleh kontur yang mendistribusi susceptibilitas batuan bawah permukaan pada arah horizontal. Dari nilai ini dapat dipisahkan batuan yang mengandung sifat kemagnetan dan yang tidak, sehingga dapat menentukan arah sebaran batuan (Sharma, 1997).

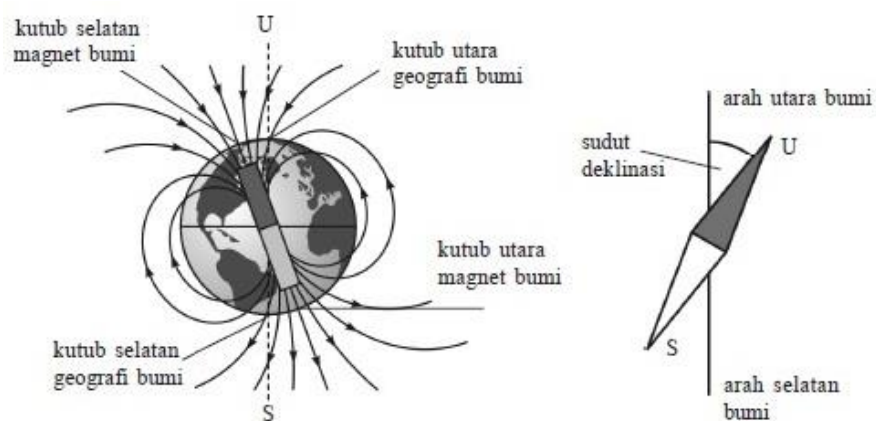
Metode magnetik dapat digunakan untuk menentukan struktur geologi besar bawah permukaan seperti sesar, lipatan, intrusi batuan beku atau kubah garam dan reservoir geothermal. Menurut metode magnetik dapat digunakan untuk mengetahui kedalaman dan struktur permukaan, pengukuran dapat diperoleh dengan mudah untuk studi lokal dan regional. Metode magnetik bekerja didasarkan pada pengukuran variasi kecil intensitas medan magnetik di permukaan bumi. Variasi ini disebabkan oleh kontras sifat kemagnetan antar batuan di dalam kerak bumi, sehingga menimbulkan medan magnet bumi yang tidak homogen, bisa disebut juga sebagai suatu anomali magnetik (Santoso,2012).

Metode geomagnet didasarkan pada pengukuran variasi intensitas medan magnet 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. Metode geomagnet merupakan salah satu metode geofisika yang sering digunakan untuk survei pendahuluan pada eksplorasi minyak bumi, panas bumi, batuan mineral, maupun untuk keperluan pemantauan (monitoring) gunungapi (Blakely,1995).

1.4 Teori Dasar Magnetik

1.4.1 Gaya Magnetik

Gaya magnetik adalah satuan gaya tarik menarik atau tolak menolak antar dua kutub magnet pada jarak tertentu yang akan menimbulkan garis-garis gaya magnet. Garis-garis gaya magnet akan keluar dari kutub positif dan masuk pada kutub negatif, dalam kata lain keluar dari kutub utara magnet dan masuk ke kutub selatan.



Gambar 2.2 Garis Gaya Magnet (Sarkowi, 2010)

Setiap magnet memiliki dua kutub yang berbeda. Dua kutub magnet yang didekatkan akan memberikan gaya. Gaya magnetik antara dua kutub berbanding lurus dengan kekuatan masing-masing kutub dan berbanding terbalik dengan kuadrat jarak antar kutub, seperti dituliskan pada Persamaan (Telford et al, 1990):

$$\vec{F} = \frac{m_1 m_2}{\mu_0 r^2} \hat{r} \quad (2.1)$$

Dimana :

- \vec{F} = Gaya magnetik (dalam cgs-emu = *dyne*).
- $m_1 m_2$ = Kutub magnet.
- μ_0 = Permeabilitas magnetik
- r = Jarak antara kedua kutub magnet (m).
- \hat{r} = Vektor satuan berarah dari m_1 ke m_2 .

1.4.2 Kuat Medan Magnet

Kuat medan magnetik (\vec{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 (\vec{H}) didefinisikan sebagai gaya persatuan kuat kutub magnet (Hunt, 1995) :

$$\vec{H} = \frac{\vec{F}}{m_2} = \frac{m_1}{\mu_0 r^2} \vec{r} \quad (2.2)$$

Dengan r adalah jarak titik pengukuran dari m . \vec{H} mempunyai satuan A/m dalam SI sedangkan dalam cgs \vec{H} mempunyai satuan oersted (Hunt et al, 1995).

1.4.3 Momen Magnetik

Momen magnetik didefinisikan sebagai dua buah kutub magnet yang berlawanan arah dan secara alami selalu berpasangan yang disebut dipole dengan kutub positif ($+m$) dan kutub negatif ($-m$) yang dipisahkan jarak (l) (Burger, 1992), yang di rumuskan sebagai berikut (Perdana dkk, 2013):

$$\vec{M} = ml\hat{r} \quad (2.3)$$

Dimana \vec{M} merupakan vektor pada arah vektor \hat{r} berarah dari kutub negatif menuju kutub positif. Sebagai momen magnet dalam satuan SI adalah ampere.meter² (A.m²).

1.4.4 Intensitas Kemagnetan

Sejumlah benda-benda magnet dapat dipandang sebagai sekumpulan benda magnetik. Apabila benda magnetik tersebut diletakkan dalam medan magnet luar, benda tersebut menjadi termagnetisasi karena induksi. Dengan demikian intensitas kemagnetan I adalah tingkat kemampuan menyearahkan momen-momen magnetik dalam medan magnet luar (Telford, 1990), atau didefinisikan sebagai momen magnet persatuan volume:

$$\vec{I} = \frac{\vec{M}}{V} = \frac{ml\hat{r}}{V} \quad (2.4)$$

satuan magnetisasi dalam cgs adalah gauss atau emu.cm⁻³ dan dalam SI adalah A.m⁻¹

1.4.5 Suseptibilitas Batuan

Suseptibilitas merupakan derajat termagnetisasinya suatu benda karena pengaruh medan magnet. Nilai suseptibilitas ini sangat berperan penting dalam pencarian benda-benda penyebab anomali karena sifat ferromagnetik, diamagnetik dan paramagnetik (Telford et al, 1990).

Nilai suseptibilitas batuan atau yang digunakan untuk menentukan nilai kemagnetan suatu benda magnetik yang dapat ditulis (Telford et al, 1990):

$$k = \frac{I}{H} \quad (2.5)$$

Dimana:

Berdasarkan kemagnetan batuan diklasifikasikan sebagai berikut:

1. Diamagnetik

Diamagnetik adalah benda magnet yang mempunyai nilai suseptibilitas kecil dan negatif (Tipler,1996), sehingga magnetisasi yang diinduksikan di dalam bahan oleh medan magnet bumi menghasilkan arah yang berlawanan terhadapnya. Beberapa bahan diamagnetik yang paling kuat adalah logam bismuth dan molekul organik seperti brnzena. Contoh lain bahan diamagnetik yaitu: Grafit, Gypsum, Marmer, Kuarsa, dan Garam.

2. Paramagnetik

Paramagnetik adalah benda yang mempunyai nilai suseptibilitas magnet kecil dan positif (Tipler,1996), seperti gneiss, pegmatite, dolomit, syenite. Paramagnetik terdapat kulit elektron terluar yang belum jenuh yakni ada elektron yang putarannya tidak berpasangan dan mengarah pada arah putaran yang sama. Jika terdapat medan magnetik luar, putaran tersebut berpresisi menghasilkan medan magnet yang mengarah searah dengan medan tersebut sehingga memperkuatnya. Momen magnet bahan paramagnetik mempunyai sifat:

- a. Suseptibilitasnya positif dan sedikit lebih besar dari satu.
- b. Suseptibilitasnya bergantung pada temperatur.

3. Ferromagnetik

Ferromagnetik adalah benda magnet yang mempunyai nilai suseptibilitas positif dan besar (Tipler,1996). Terdapat banyak kulit elektron yang hanya diisi oleh satu elektron sehingga mudah terinduksi oleh medan luar. Keadaan

ini diperkuat lagi oleh adanya kelompok-kelompok bahan dengan putaran searah yang membentuk dipole-dipole magnet (domain) yang mempunyai arah sama. Bahan ferromagnetik mempunyai sifat:

- a. Suseptibilitasnya positif dan jauh lebih besar dari satu.
- b. Suseptibilitasnya bergantung pada temperatur.

Ferromagnetik dibagi menjadi dua yaitu:

- a. Antiferromagnetik

Pada bahan antiferromagnetik domain-domain dihasilkan oleh dipole magnetik yang saling berlawanan arah, sehingga momen magnetik secara keseluruhan sangat kecil. Bahan antiferromagnetik yang mengalami cacat kristal akan mengalami medan magnet kecil dan suseptibilitasnya seperti pada bahan paramagnetik suseptibilitas, tetapi harganya naik sampai dengan titik Curie kemudian turun lagi menurut hukum Curie- Weis.

- b. Ferrimagnetik

Pada bahan ferrimagnetik domain-domain saling antipartikel dan jumlah dipole pada arah masing-masing arah tidak sama tidak sama sehingga masih mempunyai resultan magnetisasi cukup besar, suseptibilitasnya tinggi dan tergantung pada temperatur.

Tabel 2.1 Suseptibilitas magnetik batuan dan mineral (Telford, 1990)

Tipe	Suseptibilitas x 10 ³ (SI)	
	Range	Rata-rata
Sedimentary		
Dolomite	0-0.9	0.1
Limestone	0-3	0.3
Sandstone	0-20	0.4
Shales	0.01-15	0.6

Av. 48 Sedimentary	1-18	0.9
Metamorphic		
Ampibolit		0.7
Schist	0.3-3	1.4
Phyllite		1.5
Gneiss	0.1-25	
Quartzite		4.0
Serpentine	3-17	
Av.61 Metamorphic	0-70	4.2
Igneous		
Granite	0-50	2.3
Rhyolite	0.2-35	
Dolorite	1-35	17
Diabase	1-160	55
Porphyry	0.3-200	60
Gabro	1-90	70
Basalts	0.2-175	70
Diorite	0.6-120	85
Peridotite	90-200	150
Andesite		160
Mineral		
Graphite		0.1
Quartz		-0.01
Rock Salt		-0.01
Anhydrite, gypsum		-0.01
Calcite	-0.001- -0.01	
Coal		0.02
Clays		0.2

1.4.6 Induksi Magnetik

Dalam melakukan pengukuran, medan magnetik yang terukur oleh magnetometer adalah medan magnet induksi termasuk efek magnetisasinya dengan mengabaikan efek medan magnet remanen (sementara). Persamaan rumus induksi medan magnet dapat dituliskan sebagai berikut (Qomariyah, 2011):

$$B = \mu_0(H + M) = \mu_0(1 + k)H \quad (2.6)$$

Dimana:

B = induksi medan magnet (T)

M = magnetisasi (Wb/m³)

H = medan magnet luar

k = Suseptibilitas

$\mu_0 = 4\pi 10^{-7}$ adalah Permeabilitas magnetik pada ruang hampa

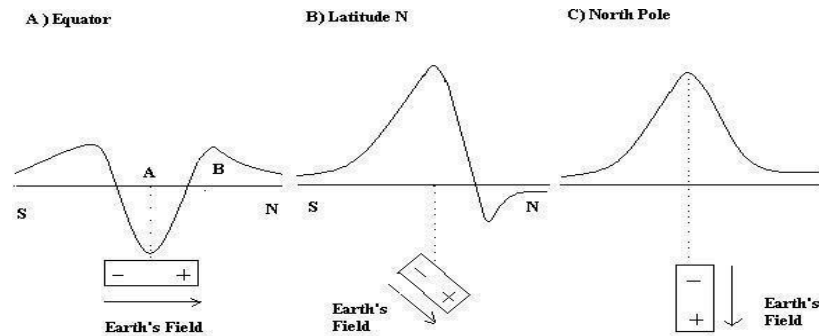
Benda magnet dapat dipandang sebagai sekumpulan dari sejumlah momen-momen magnetik. Bila benda magnetik tersebut diletakkan dalam suatu medan luar, maka benda tersebut akan terinduksi dan menjadi termagnetisasi.

1.4.7 Medan Magnet Bumi

Medan magnet utama bumi secara teoritis disebabkan oleh sumber dalam bumi, magnetisasi permanen oleh aliran arus listrik atau arus listrik yang keluar dan masuk bumi. Beberapa teori menganggap inti bumi tersusun oleh besi dan nikel, dua materi yang dikenal sebagai konduktor yang sangat baik. Adapun penyusun inti bumi, sumber magnetik merupakan dinamo berkonduktivitas tinggi dan bergerak dengan mekanisme yang kompleks, seperti arus atau senyawa kimia dan variasi thermal beserta alirannya. Kombinasi gerak dan arus tersebut disebabkan terjadinya medan magnet (Telford et al, 1990).

Medan magnet bumi terkarakterisasi oleh parameter fisis atau disebut juga elemen medan magnet bumi, yang dapat diukur yaitu meliputi arah dan intensitas kemagnetannya. Parameter fisis tersebut meliputi :

- Deklinasi (D), yaitu sudut antara utara magnetik dengan komponen horizontal yang dihitung dari utara menuju timur.
- Inklinasi(I), yaitu sudut antara medan magnetik total dengan bidang horizontal yang dihitung dari bidang horizontal menuju bidang vertikal ke bawah. Intensitas Horizontal (H), yaitu besar dari medan magnetik total pada bidang horizontal.



Gambar 2.3 Pengaruh Inklinasi Benda (Siahaan, 2009).

- Medan magnetik total (F), yaitu besar dari vektor medan magnetik total.
- Medan magnet utama bumi berubah terhadap waktu. Untuk menyeragamkan nilai-nilai medan utama magnet bumi, dibuat standar nilai yang disebut sebagai International Geomagnetism Reference Field (IGRF) yang diperbarui 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. Medan magnet bumi terdiri dari 3 bagian :
- a. Medan magnet utama (*main field*) Medan magnet utama dapat didefinisikan sebagai medan rata-rata hasil pengukuran dalam jangka waktu yang cukup lama mencakup daerah dengan luas lebih dari 106 km².
 - b. Medan magnet luar (*external field*) Pengaruh medan magnet luar berasal dari pengaruh luar bumi yang merupakan hasil ionisasi di atmosfer yang ditimbulkan oleh sinar ultraviolet dari matahari. Karena sumber medan luar ini berhubungan dengan arus listrik yang mengalir dalam lapisan terionisasi di atmosfer, maka perubahan medan ini terhadap waktu jauh lebih cepat.
 - c. Medan magnet anomali sering juga disebut medan magnet lokal

(*crustal field*). Medan magnet ini dihasilkan oleh batuan yang mengandung mineralbermagnet seperti magnetite, titanomag-netite dan lain-lain yang berada di kerak bumi. Dalam survei dengan metode magnetik yang menjadi target dari pengukuran adalah variasi medan magnetik yang terukur dipermukaan (anomali magnetik). Secara garis besar anomali medan magnetik disebabkan oleh medan magnetik remanen dan medan magnetik induksi. Medan magnet remanen mempunyai peranan yang besar terhadap magnetisasi batuan yaitu pada besar dan arah medan magnetiknya serta berkaitan dengan peristiwa kemagnetan sebelumnya sehingga sangat rumit untuk diamati. Anomali yang diperoleh dari survei merupakan hasil gabungan medan magnetik remanen dan induksi, bila arah medan magnet remanen sama dengan arah medan magnet induksi maka anomalnya bertambah besar. Demikian pula sebaliknya. Dalam survei magnetik, efek medan remanen akan diabaikan apabila anomali medan magnetik kurang dari 25% medan magnet utama bumi (Telford, 1990).

Anomali medan magnet dihasilkan oleh benda magnetik yang telah terinduksi oleh medan magnet utama bumi, sehingga benda tersebut memiliki medan magnet sendiri dan ikut mempengaruhi besarnya medan magnet total hasil pengukuran. Variasi medan magnetik yang terukur dipermukaan merupakan target dari survei magnetik (anomali magnetik). Besarnya anomali magnetik berkisar ratusan sampai dengan ribuan nano-tesla, tetapi ada juga yang lebih besar dari 100.000 nT yang berupa endapan magnetik. Secara garis besar anomali ini disebabkan oleh medan magnetik renamen dan medan magnet induksi. Medan magnet renamen mempunyai

peranan yang sangat besar pada magnetisasi batuan yaitu pada besar dan arah medan magnetnya serta sangat rumit diamati karena berkaitan dengan peristiwa kemagnetan yang dialami sebelumnya. Sisa kemagnetan ini disebut dengan *Normal Residual Magnetism* yang merupakan akibat magnetisasi medan utama. Dalam survei magnetik, adanya anomali magnetik menyebabkan perubahan medan magnet total bumi dan dapat dituliskan sebagai berikut (Telford, 1990) :

$$H_A = H_T - H_0 \pm H_L \quad (2.7)$$

Dimana :

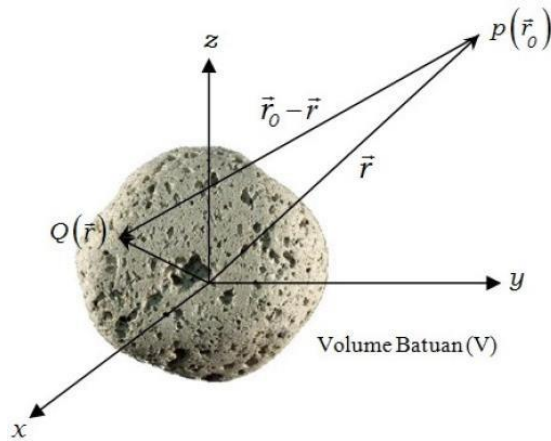
H_A = Medan anomali magnetik (nT)

H_T = Medan magnet total bumi (nT)

H_0 = Medan magnet utama bumi (nT)

H_L = Medan magnet luar bumi (nT)

Setiap benda magnetik yang terpendam di bawah permukaan (batuan atau mineral) yang menjadi target penelitian dapat dipandang sebagai anomali magnetik. Menurut Telford. (1990), suatu volum benda yang terdiri atas berbagai bahan magnetik dapat dianggap sebagai dipol magnetik (Gambar 2.4). Magnetisasi yang terjadi pada benda atau batuan tersebut tergantung dari rekam jejaknya selama berada di dalam medan magnetik utama bumi, atau dengan kata lain tergantung dari besar induksi magnetik yang diterimanya dari medan magnetik utama bumi.



Gambar 2.4 Anomali Magnetik Dari Batuan Atau Benda Anomali Bawah Permukaan Bumi (Telford, 1990).

1.5 Koreksi-Koreksi Data Magnetik

1.5.1 Koreksi harian

Koreksi harian (*diurnal correction*) merupakan penyimpangan nilai medan magnetik bumi akibat adanya 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 (stasiun pengukuran) yang akan dikoreksi. Apabila nilai variasi harian negatif, maka koreksi harian dilakukan dengan cara menambahkan nilai variasi harian yang terekam pada waktu tertentu terhadap data medan magnetik yang akan dikoreksi. Sebaliknya apabila variasi harian bernilai positif, maka koreksinya dilakukan dengan cara mengurangi nilai variasi harian yang terekam pada waktu tertentu terhadap data medan magnetik yang akan dikoreksi, dan dituliskan persamaan (Santoso, 2012):

$$\Delta H_{\text{harian}} = \left(\frac{t_n - t_{\text{awal}}}{t_{\text{akhir}} - t_{\text{awal}}} \right) (H_{\text{akhir}} - H_{\text{awal}}) \quad (2.8)$$

Dimana :

H_{harian} = Nilai medan magnet harian

t_n = Waktu data ke-n

- t_{awal} = Waktu data awal
 t_{akhir} = Waktu data akhir
 H_{awal} = Intensitas medan magnet awal
 H_{akhir} = Intensitas medan magnet akhir

1.5.2 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. Koreksi IGRF 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 (setelah dikoreksi harian) dapat dituliskan sebagai berikut (Santoso, 2012):

$$\Delta H = H_{Diurnal} - H_{IGRF} \quad (2.9)$$

$$H_{Diurnal} = H_{total} \pm V_{Diurnal} \quad (2.10)$$

Dimana :

- ΔH = Anomali medan magnet total
 $H_{Diurnal}$ = Kuat medan magnet diurnal
 H_{IGRF} = Medan magnet utama bumi (IGRF)
 H_{total} = Kuat medan magnet terukur
 $V_{Diurnal}$ = Variasi diurnal

1.6 Transformasi Medan Magnet

1.6.1 Reduksi Bidang Datar

Untuk mempermudah proses pengolahan dan interpretasi data magnetik,

maka data anomali medan magnetik total yang masih tersebar di topografi harus direduksi atau dibawa ke bidang datar. Proses transformasi ini mutlak dilakukan, karena proses pengolahan data berikutnya mensyaratkan input anomali medan magnetik yang terdistribusi pada bidang datar. Beberapa teknik untuk mentransformasi data anomali medan magnetik ke bidang datar, antara lain : teknik sumber ekuivalen (equivalent source), lapisan ekuivalen (equivalent layer) dan pendekatan deret Taylor (Taylor series approximation), dimana setiap teknik mempunyai kelebihan dan kekurangan (Blakely, 1995).

1.6.2 Kontinuitas ke Atas

Pengangkatan ke atas atau upward continuation merupakan proses transformasi data medan potensial dari suatu bidang datar ke bidang datar lainnya yang lebih tinggi. Pada pengolahan data geomagnetik, proses ini dapat berfungsi sebagai filter tapis rendah, yaitu untuk menghilangkan atau mereduksi efek magnetik lokal yang berasal dari berbagai sumber benda magnetik yang tersebar di permukaan topografi yang tidak terkait dengan survei. Proses pengangkatan tidak boleh terlalu tinggi, karena ini dapat mereduksi anomali magnetik lokal yang bersumber dari benda magnetik atau struktur geologi yang menjadi target survei magnetik ini (Santoso, 2012).

proses perubahan data medan potensial yang diukur pada suatu bidang permukaan, menjadi data seolah-olah diukur pada bidang permukaan lebih ke atas disebut kontinuitas ke atas. Kontinuitas ke atas juga merupakan salah satu koreksi yang sering digunakan karena dapat mengurangi efek dari sumber anomali dangkal, yang diilustrasikan pada Gambar 2.5 (Blakely, 1995).

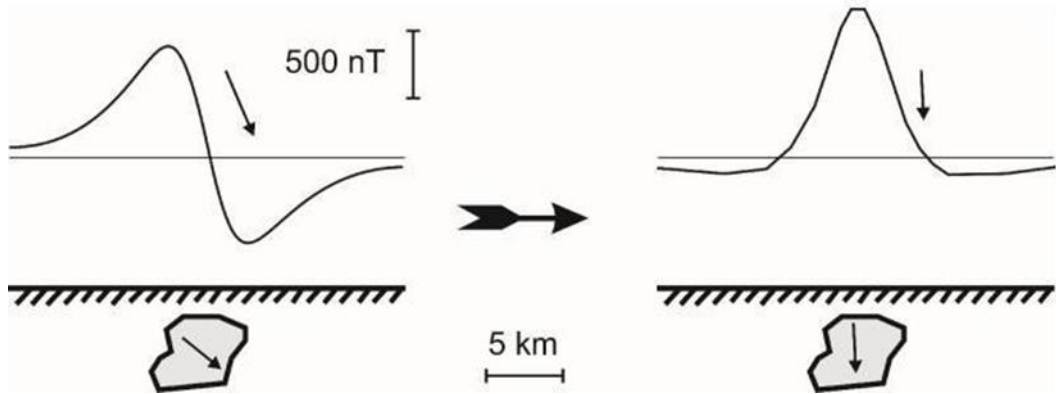


Gambar 2.5 Ilustrasi Kontinuasi ke atas (Telford, 1990)

1.6.3 Reduksi Ke Kutub

Reduksi ke kutub mengubah anomali dipole (positif dan negatif) menjadi anomali monopole (positif atau negatif) sehingga koreksi ini mempermudah untuk menginterpretasi data magnetik. Reduksi ke kutub mengasumsikan bahwa batuan yang ada pada daerah survei adalah magnetisasi paralel terhadap medan magnet yang ada di bumi. Adapun yang mendasari dilakukannya filter ini adalah adanya perbedaan nilai inklinasi dan deklinasi dari setiap daerah, sehingga filter ini mencoba untuk mentransformasikan medan magnet dari tempat pengukuran menjadi medan magnet di kutub utara magnetik (Baranov dan Naudy, 1964).

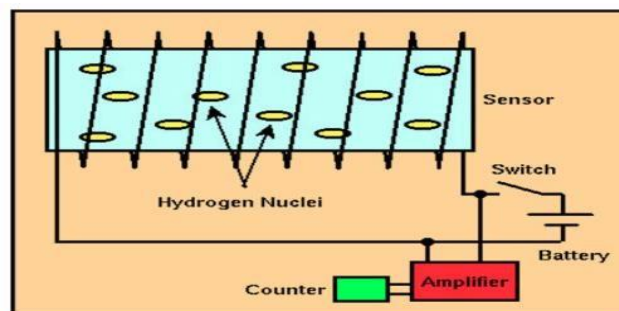
Reduksi ke kutub merupakan teknik pengolahan data yang intensitas magnet total menginduksi medan magnet yang memiliki inklinasi 90° . Reduksi ke kutub mengasumsikan bahwa batuan yang ada pada daerah survei adalah magnetisasi paralel terhadap medan magnet yang ada di bumi (Rusdiasari, 2010).



Gambar 2.6 Sebuah Anomali Magnetik Sebelum Dan Setelah Reduksi Ke Kutub (Blackely, 1996)

1.7 *Proton Precession Magnetometer*

Proton Precession Magnetometer (PPM) memanfaatkan momen magnetik dari inti hidrogen (proton). Elemen penginderaannya terdiri dari botol yang berisi cairan hidrokarbon dengan titik beku rendah yang mengenai gulungan kawat tambang. Arus polarisasi dari urutan amp atau lebih dilewati melalui kumparan, menciptakan medan magnet yang kuat (Milsom, 2003).



Gambar 2.7 Diagram Kotak dari PPM (Mazzini, 2007).

Cara kerja dari *Proton Precession Magnetometer* dapat dijelaskan pada gambar 2.7. Di dalam tabung yang dililitkan kumparan dimasuki cairan yang mengandung banyak proton. Proton-proton ini mempunyai 2 macam gerakan yang tidak beraturan. Gerakan tersebut adalah gerakan spin (berputar pada porosnya) dan gerak preesi (gerak gasing yang berputar). Apabila tegangan polarisasi diaktifkan

maka timbul medan magnet \vec{H}_1 yang kuat disekeliling tabung. Hal ini mengakibatkan gerak proton-proton tadi menjadi lebih teratur. Gerak presesi proton pada keadaan ini mengikuti aturan sedemikian rupa sehingga dipenuhi hubungan (Munadi, 2001):

$$\omega_1 = \gamma \vec{H}_1 \quad (2.11)$$

Dimana :

ω_1 = Kecepatan sudut gerak presesi proton.

γ = Rasio giromagnetik dari proton (sebesar $2,6752 \times 10^8 \text{ s}^{-1} \cdot \text{T}^{-1}$).

\vec{H}_1 = Kuat medan magnet yang dibandingkan oleh tegangan polarisasi

Beberapa saat kemudian tegangan polarisasi diputus, sehingga di sekitar botol tak ada lagi medan magnet polarisasi sehingga hal ini akan mempengaruhi gerak presesi proton-proton tadi. Akibat tidak adanya medan magnet polarisasi tadi proton-proton berpresesi di bawah pengaruh medan magnet lain yakni medan magnet bumi. Dalam keadaan ini dipenuhi hubungan :

$$\omega_2 = \gamma \vec{H}_2 \quad (2.12)$$

Dimana :

ω_2 = Kecepatan sudut gerak presesi proton.

γ = Rasio giromagnetik dari proton

\vec{H}_2 = Kuat medan magnet yang mempengaruhi

Dengan mengukur ω_2 , maka kuat medan magnet bumi (\vec{H}_2) akan diketahui (Munadi, 2001).

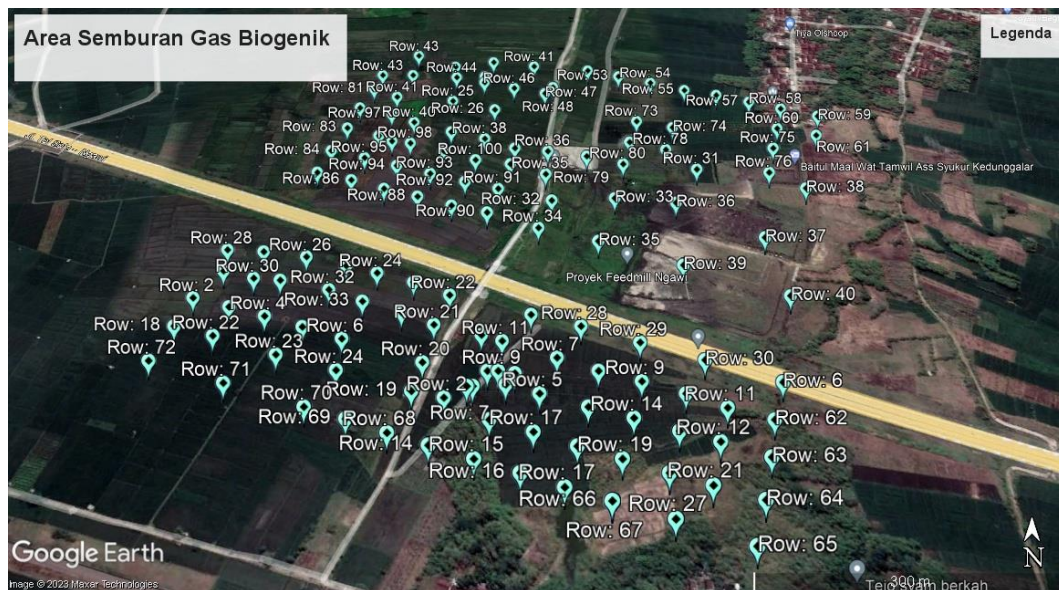
Dalam melakukan survei magnetik dilapangan, dianjurkan untuk membawa dua alat magnetometer. Dalam hal ini bertujuan untuk mengukur variasi harian akibat pengaruh medan magnet luar bumi, dan untuk mengukur nilai magnetik di setiap titik lintasan-lintasan yang telah ditentukan (Santoso, 2002).

BAB III

METODE PENELITIAN

1.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian yang berjudul “Identifikasi Struktur Bawah Permukaan di Sekitar Area Semburan Gas Biogenik Desa Sidolaju, Kecamatan Widodaren, Kabupaten Ngawi Menggunakan Metode Magnetik”. Lokasi semburan berada pada area persawahan warga. Penelitian ini akan dilaksanakan pada tanggal 08 – 09 April 2021. Dengan luas area pada daerah penelitian yaitu 700 x 700 meter, yang bertujuan untuk mengetahui potensi gas Biogenik di area penelitian.



Gambar 3.1 Lokasi Penelitian

1.2 Peralatan Penelitian

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah :

1. Magnetometer, jenis magnetometer yang digunakan adalah jenis *Proton Precession Magnetometer* (PPM)
2. GPS, untuk penentuan posisi titik/stasiun pengukuran secara presisi

3. Alat pengukur waktu
4. Peta Geologi
5. Baterai 13.5 Volt DC
6. Kompas
7. Alat tulis
8. Perangkat komputer untuk pengolahan data dan *software* (*Excel Ms., Magpick, Surfer13, Oasis Montaj*).

1.3 Data Penelitian

Data yang diambil pada waktu penelitian ini adalah :

1. Koordinat Lintang dan Bujur.
2. Waktu Pengambilan data (hari, jam, dan tanggal).
3. Ketinggian titik ukur.
4. Pembacaan magnetometer (intensitas medan magnet total).

Data koordinat lintang dan bujur, waktu pengambilan data, ketinggian titik ukur terbaca melalui GPS yang digunakan pada waktu di lapangan, pembacaan magnetometer harus dikonversi ke gauss meter.

1.4 Prosedur Pelaksanaan Penelitian

1.4.1 Metode Pengumpulan Data

Proses pengambilan data dilakukan dengan menggunakan metode grid. Maksud dari metode grid ini adalah pengukuran yang dimulai dari titik awal dan berakhir di titik yang sama. Titik acuan ini disebut dengan base station. Hal ini dilakukan karena untuk mendapatkan nilai medan magnet luar yang nantinya digunakan untuk koreksi harian (*diurnal correction*). Koreksi harian (*diurnal correcton*) merupakan penyimpangan intensitas medan magnet bumi yang disebabkan oleh adanya perbedaan waktu pengukuran dalam satu hari, sedangkan proses pengukuran menggunakan metode magnetik ini tidak selesai dalam satu waktu.

Penentuan titik akuisisi data ini dilakukan dengan melakukan tracking dilapangan untuk mencari koordinat semburan dan melakukan pembagian spasi antar titik-titik berupa grid dengan jarak antar spasi 50 meter dan 137 titik menggunakan software aplikasi google earth.

1.4.2 Metode Pengolahan Data

Dalam proses pengolahan data dilakukan beberapa tahapan yang meliputi koreksi data, transformasi medan, analisis data yang diperoleh di lapangan. Data yang diperoleh dari lapangan belum berupa data yang menunjukkan nilai anomali medan magnetik melainkan masih berupa data mentah atau data primer dari hasil pengukuran dilapangan dimana masih terdapat pengaruh dari dalam dan luar bumi. Oleh karenanya dibutuhkan suatu koreksi terhadap data lapangan tersebut dengan tujuan untuk mendapatkan nilai anomali magnetik yang sudah tidak dipengaruhi oleh nilai magnetik dari dalam dan luar bumi tersebut.

Proses pengolahan data yang pertama yaitu nilai intensitas medan magnet total yang masih dipengaruhi oleh efek dari dalam dan luar bumi. Efek-efet tersebut harus dihilangkan dengan koreksi data. Koreksi yang pertama yaitu koreksi harian (*diurnal correction*) untuk menghilangkan efek medan magnet luar. Koreksi yang kedua yaitu koreksi IGRF (*International Geomagnetic Reference Field*) untuk menghilangkan efek medan magnet utama.

Proses pengolahan data yang kedua yaitu transformasi medan yang meliputi reduksi bidang datar, kontinuitas ke atas, dan reduksi ke kutub. Proses reduksi bidang datar bertujuan untuk menghilangkan bidang yang tidak rata akibat variasi ketinggian di area penelitian menjadi bidang horizontal. Selanjutnya dilakukan proses kontinuitas ke atas yang bertujuan untuk menghilangkan efek anomali lokal

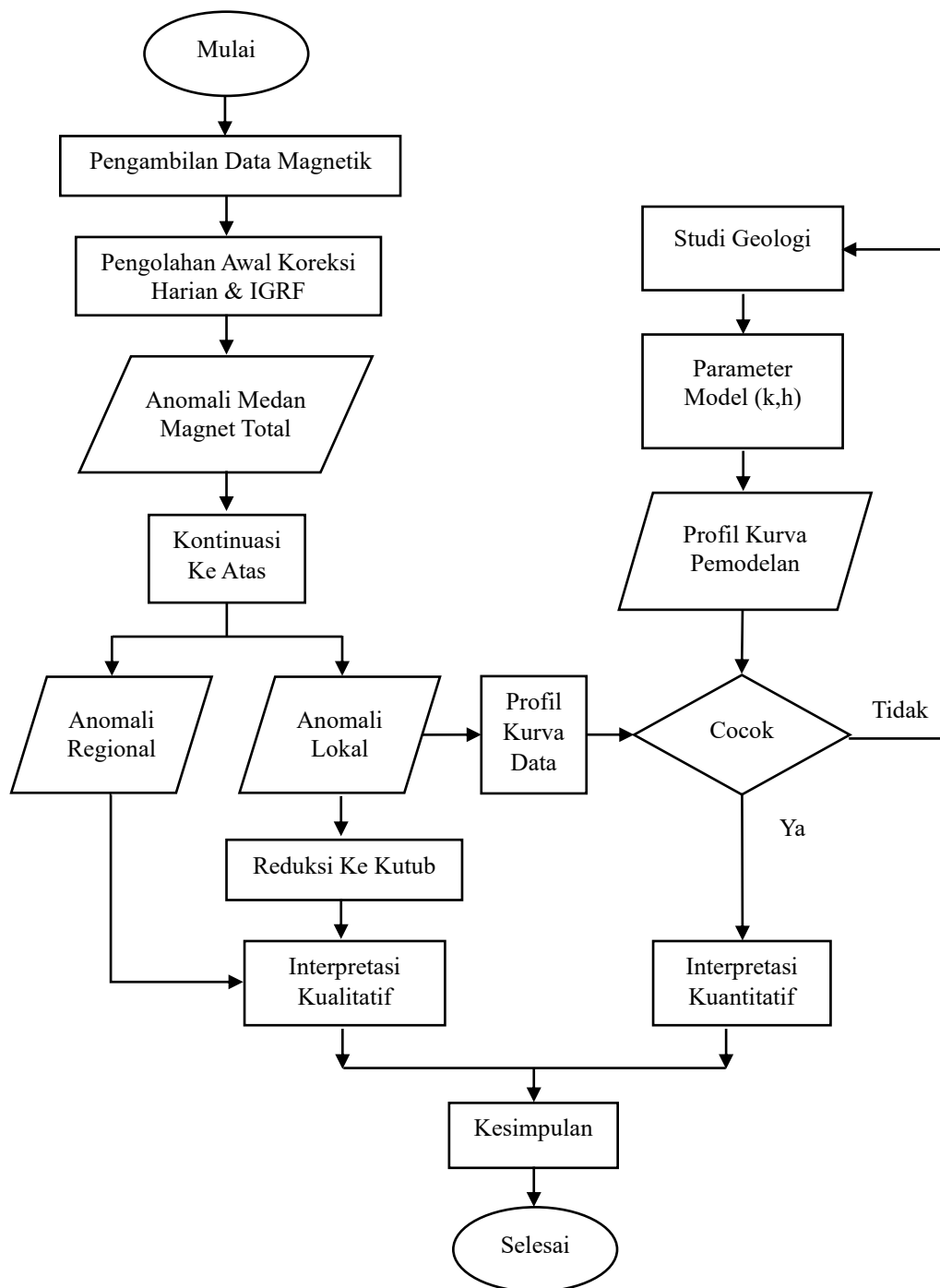
dengan mengangkat suatu bidang datar ke bidang datar lainnya yang lebih tinggi. Selanjutnya proses reduksi ke kutub yang bertujuan untuk mentransformasikan medan magnet di area penelitian menjadi medan magnet di kutub utara magnetik.

Beberapa tahapan yang dilakukan pada saat melakukan proses pengolahan data yaitu koreksi data magnetik yang meliputi koreksi harian (*diurnal correction*) dan koreksi IGRF (*International Geomagnetic Reference Field*), transformasi medan yang meliputi reduksi bidang datar, kontinuasi ke atas, reduksi ke kutub.

1.4.3 Interpretasi Data

Analisa dan interpretasi data dapat dilakukan dengan dua cara yaitu interpretasi kualitatif dan kuantitatif. Interpretasi kualitatif adalah membaca peta kontur yang telah dilakukan transformasi yaitu analisis sinyal yang memberikan kesimpulan secara kualitatif. Gambaran-gambaran yang cenderung aneh (anomali) dapat segera diduga bahwa pasti ada penyebabnya yang dapat berupa bola, lingkaran dan semacamnya. Sedangkan interpretasi kuantitatif dilakukan dengan cara mencocokkan kurva anomali di lapangan dan kurva model yang telah dibuat dengan perangkat Software Oasis Montaj. Tujuannya untuk memberi gambaran secara matematis, geometri benda penyebab anomali berdasarkan nilai suseptibilitas dan kedalamannya.

1.5 Diagram Alir



Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Metode geomagnet adalah salah satu metode eksplorasi geofisika yang didasarkan pada variasi intensitas medan magnet di permukaan bumi yang disebabkan adanya benda yang termagnetisasi di permukaan bumi. Data hasil penelitian yang di dapat yaitu medan magnet total bumi yang terdiri dari medan magnet bumi yang dihasilkan oleh sifat-sifat bumi (medan magnet utama), medan magnet luar yang bersumber dari luar bumi, dan medan magnet yang dihasilkan karena ketidak homogenan di kerak bumi atau disebut dengan anomali medan magnet. Tahapan dari eksplorasi geomagnet adalah akuisisi data, pengolahan data, dan interpretasi data.

Metode ini sering digunakan dalam eksplorasi *hydrocarbon* salah satunya dalam kasus gas seperti halnya objek dalam penelitian ini yang berupa gas biogenik. Penggunaan metode magnetik pada penelitian ini difokuskan untuk mengetahui keadaan struktur dan potensi gas biogenik dalam area penelitian.

4.1 Anomali Medan Magnet

Anomali medan magnet adalah suatu nilai dari medan magnet pada titik pengukuran di lapangan yang dihasilkan oleh batuan atau benda yang bersifat magnetik yang berada di kerak bumi yang menjadi target dari penelitian tersebut. Untuk memperoleh anomali medan magnet harus dilakukan koreksi-koreksi pada nilai intensitas medan magnet total yang masih terpengaruh oleh medan magnet utama bumi, dan medan magnet luar bumi.

Koreksi yang pertama adalah koreksi harian (*Diurnal Correction*) yang berfungsi untuk menghilangkan efek nilai medan magnet luar yang disebabkan adanya perbedaan waktu pengukuran dan efek radiasi sinar matahari dalam satu hari. Caranya dengan mengurangi nilai intensitas medan magnet total pada titik pengukuran dengan nilai intensitas medan magnet di *base station*. Maka akan dihasilkan nilai Medan magnet yang hanya berasal dari dalam bumi.

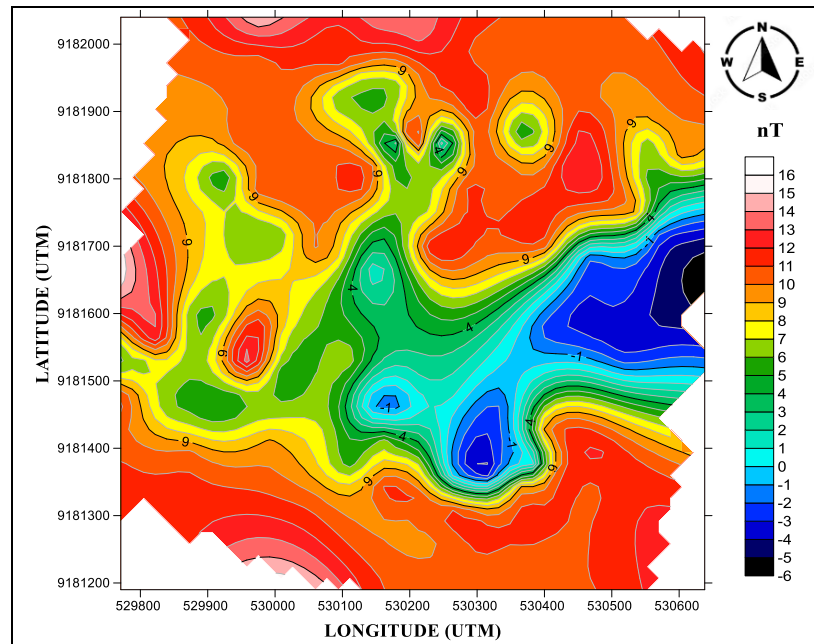
Koreksi yang kedua adalah koreksi IGRF (*IGRF Correction*) yang berfungsi untuk menghilangkan efek medan magnet utama yang bersumber dari dalam bumi. Nilai IGRF akan berbeda-beda pada setiap daerah. Nilai IGRF akan diperbarui setiap lima tahun sekali dan dapat diakses secara online melalui website www.ngdc.noaa.gov/geomag, maka akan muncul kalkulator IGRF yang berisi nilai inklinasi, deklinasi, *total field* seperti pada gambar 4.1 di bawah ini:

The screenshot shows the 'Calculate Magnetic Field' interface. It includes input fields for Latitude (7.405833333333333), Longitude (111.27286111111111), and Elevation (85 Meters). There are radio buttons for Hemisphere (S/N) and Direction (W/E), and a dropdown for Elevation (GPS/Sea level). A 'Lookup Latitude / Longitude' section is also visible. Below the form is a table titled 'Magnetic Field' with the following data:

Date	Declination (+ E - W)	Inclination (+ D - U)	Horizontal Intensity	North Comp (+ N - S)	East Comp (+ E - W)	Vertical Comp (+ D - U)	Total Field
2021-04-08	0.8043°	-31.1938°	38,259.3 nT	38,255.5 nT	537.1 nT	-23,165.0 nT	44,725.7 nT
Change/year	-0.0426°/yr	0.0953°/yr	39.4 nT/yr	39.8 nT/yr	-27.9 nT/yr	63.1 nT/yr	1.1 nT/yr

Gambar 4.1 Tampilan Nilai IGRF (www.ngdc.noaa.gov/geomag)

Setelah dilakukan beberapa koreksi, maka akan mendapatkan nilai anomali medan magnet total yang selanjutnya diolah menggunakan *software oasis montaj 8.1* dan *software surfer 13* sehingga menghasilkan peta kontur anomali medan magnet seperti pada gambar 4.2 di bawah ini:

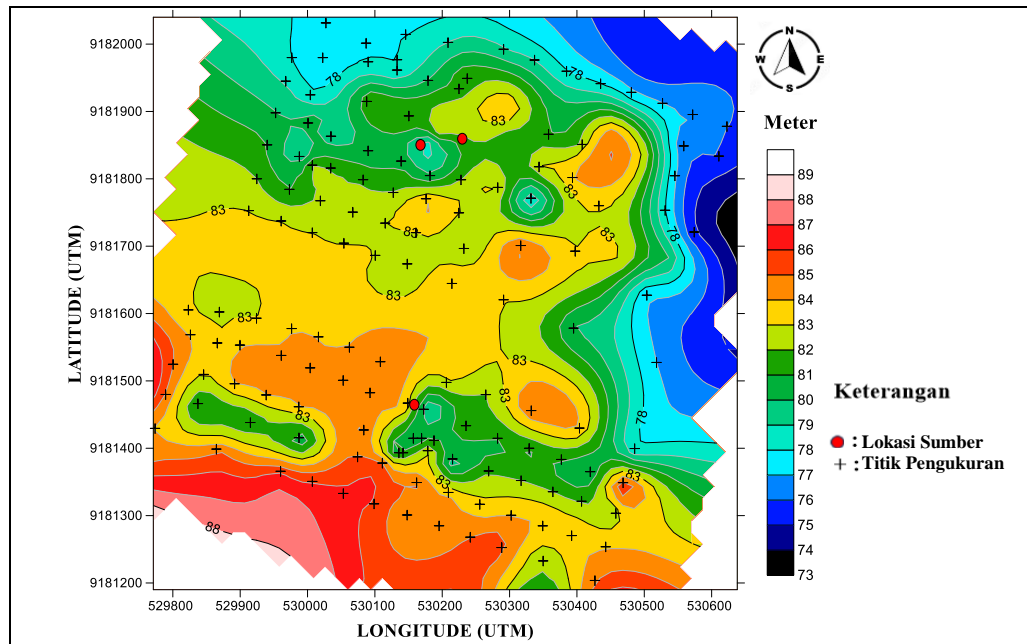


Gambar 4.2 Anomali Medan Magnet Total

Pada Gambar 4.2 merupakan gambar anomali medan magnet total dari hasil koreksi harian dan koreksi IGRF. Berdasarkan hasil peta kontur tersebut dapat diketahui nilai anomali medan magnet total dari hasil penelitian yang berkisar antara -6 nT sampai 16 nT. Untuk nilai anomali rendah antara -6 nT sampai 2 nT yang ditunjukkan dengan warna hitam sampai warna biru. Untuk nilai anomali sedang antara 3 nT sampai 8 nT yang ditunjukkan dengan warna hijau tua sampai kuning. Nilai anomali tinggi antara 9 nT sampai 16 nT yang ditunjukkan dengan warna orange sampai warna putih.

4.2 Topografi

Topografi merupakan gambaran tentang suatu ketinggian pada titik tertentu yang dinyatakan dalam satuan meter di atas permukaan laut (mdpl). Dengan adanya nilai ketinggian pada pengukuran dilapangan, maka dapat dibuat peta kontur topografi yang akan menggambarkan topografi di daerah penelitian.



Gambar 4.3 Kontur Topografi Daerah Penelitian

Berdasarkan gambar 4.3 di atas terlihat pola topografi memiliki nilai tinggi pada arah barat daya dengan nilai 89 m yang direpresentasikan oleh warna merah muda dan mengecil ke arah timur laut dengan nilai hingga 73 m yang direpresentasikan oleh warna biru. Hal ini menunjukkan adanya kemiringan ketinggian dari arah barat daya ke arah timur laut.

4.3 Interpretasi Data Magnetik

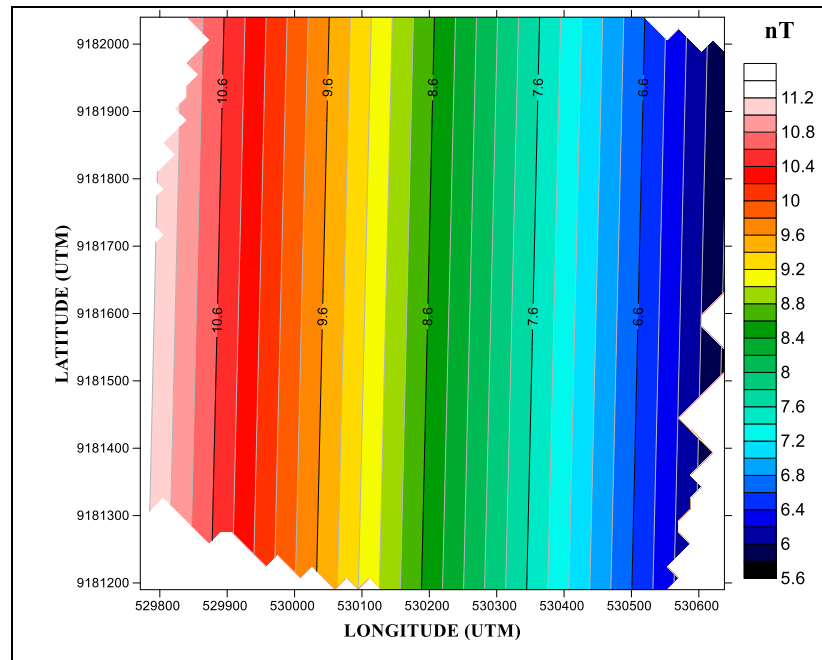
4.4.1 Kontinuasi Ke Atas

Proses kontinuasi ke atas (*Upward Continuation*) adalah proses yang dilakukan setelah proses reduksi bidang datar. Kontinuasi ke atas bertujuan untuk membawa data yang berada diketinggian semula ke tempat yang lebih tinggi dari permukaan topografi tempat penelitian, sehingga dapat menekan *noise-noise* yang disebabkan oleh benda-benda dipermukaan. Proses kontinuasi ke atas juga bertujuan untuk memisahkan anomali lokal dan anomali regional dengan tujuan untuk mengurangi anomali yang disebabkan oleh sumber yang lebih dangkal (efek

residual) dan menampakkan anomali dari sumber yang lebih dalam (efek regional).

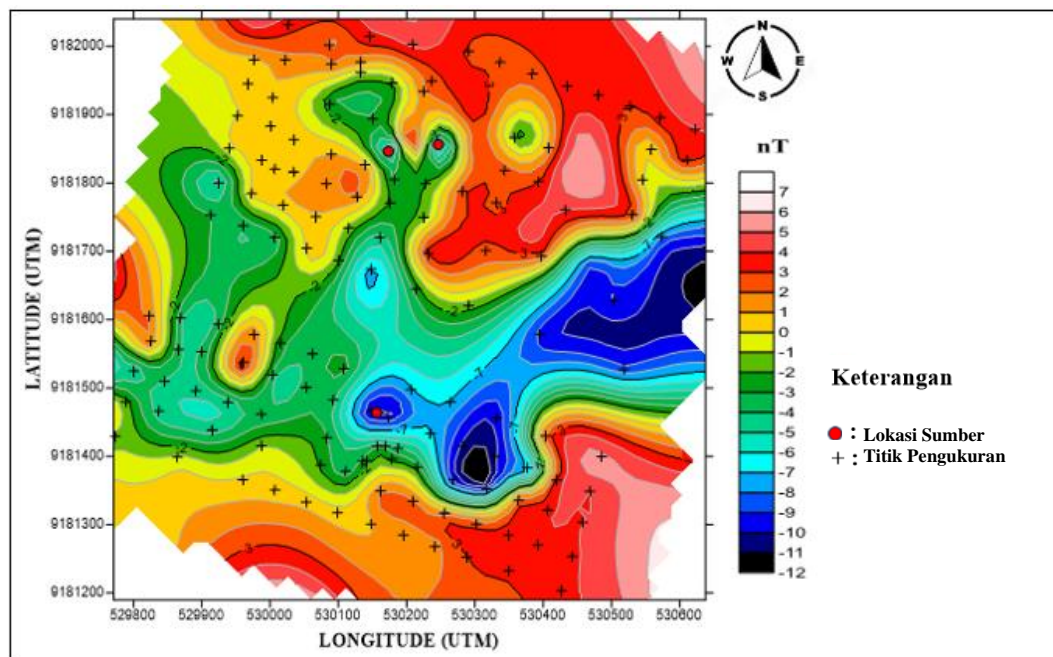
Kontinuasi ke atas dilakukan untuk mendapatkan anomali regional yang lebih representatif. Anomali regional yang lebih representatif akan menghasilkan anomali lokal (residual) yang baik sehingga pada tahap interpretasi dapat dihasilkan suatu hasil interpretasi yang lebih baik. Filter yang digunakan pada penelitian kali ini adalah *filter Butterworth* yang menggunakan parameter panjang gelombang sebagai *cutoff* (frekuensi potong). Hasil dari *filter Butterworth* dapat berupa hasil *low pass filter* dan *high pass filter*. *Butterworth Low pass filter* meloloskan frekuensi dengan panjang gelombang yang lebih besar dari parameter *cutoff*. *Butterworth high pass filter* akan meloloskan frekuensi dengan panjang gelombang yang lebih kecil dari parameter *cutoff*. Harga parameter *cutoff* panjang gelombang inilah yang membantu untuk memperkirakan kedalaman pemisah anomali regional – lokal karena panjang gelombang memiliki hubungan dengan kedalaman. Informasi kedalaman pemisah antara anomali regional – residual turut membantu dalam interpretasi menjadi lebih baik.

Berikut adalah hasil pengangkatan kontinuasi ke atas dengan *filter butterworth*:



Gambar 4.4 Kontur Anomali Regional Pada Ketinggian 700 m

Gambar 4.4 menunjukkan hasil anomali regional dengan nilai yang berkisar antara 5.6 nT sampai dengan 11.2 nT, hal ini menunjukkan besar nilai anomali regional yang stabil dan ditandai dengan sudah tidak menunjukkan adanya klosur yang tertutup pada kontur anomali regional di atas. Kontur anomali residual dapat diperoleh dari hasil pengurangan antara anomali medan magnet total dengan anomal regional yang diperoleh dari hasil kontinuasi ke atas. Hasil kontur anomali residual dapat dilihat pada gambar 4.5 di bawah ini:



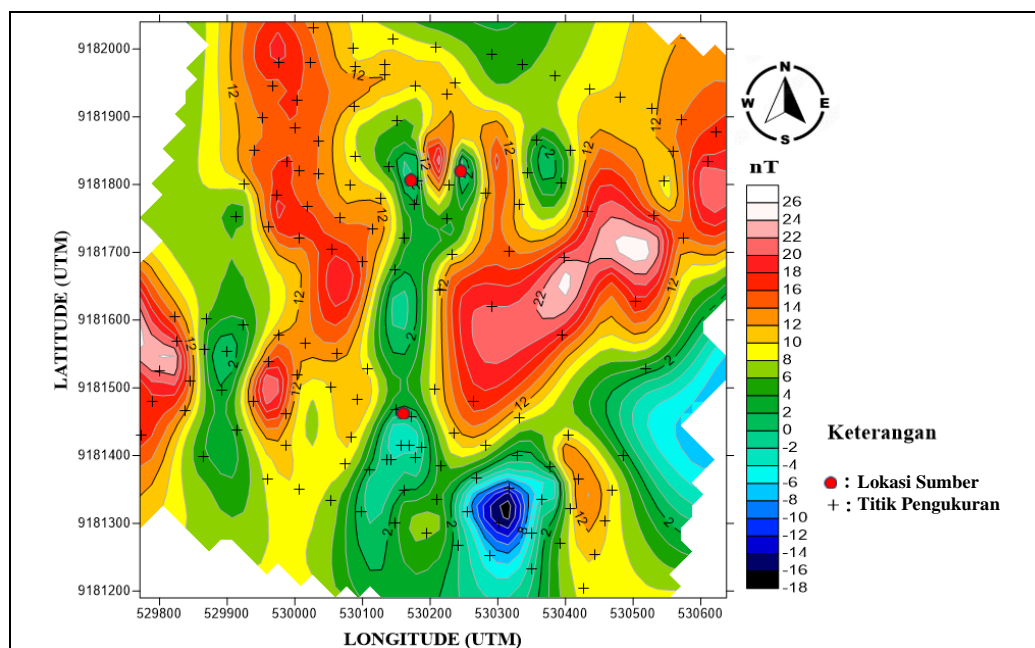
Gambar 4.5 Kontur Anomali Residual Pada Ketinggian 700 m

Gambar 4.5 menunjukkan nilai anomali residual yang berkisar antara -12 nT sampai dengan 7 nT. Secara interpretasi kualitatif pola kontur anomali residual di area penelitian terbagi menjadi tiga bagian yaitu: Anomali rendah, anomali sedang, anomali tinggi. Untuk anomali rendah ditunjukkan dengan warna hitam dengan nilai -12 nT sampai dengan warna biru muda dengan nilai -5 nT, untuk anomali sedang ditunjukkan dengan warna hijau dengan nilai -4 nT sampai dengan warna kuning tua dengan nilai 1 nT, dan untuk anomali tinggi ditunjukkan dengan warna oranye dengan nilai 2 nT sampai dengan warna putih dengan nilai 7 nT.

Pada kontur anomali medan magnet residual menunjukkan bahwa adanya penyimpangan terhadap titik referensi pada setiap titik pengukuran yang menyebabkan adanya anomali, juga disebabkan adanya ketidakseragaman (bervariasi) pada batuan bawah permukaan. Dilihat dari gambar hasil anomali residual diduga gas biogenik berada pada anomali rendah yang ditandai dengan *symbol* bulatan merah.

4.4.2 Reduksi Ke Kutub (RTP)

Reduksi ke kutub (*Reduction to Pole*) merupakan suatu proses transformasi untuk mengubah nilai anomali dalam bentuk *dipole* (yang bermuatan positif dan negatif) seolah-olah menjadi anomali dalam bentuk *monopole* (bermuatan Positif). Proses transformasi reduksi ke kutub dilakukan menggunakan *software oasis montaj* dengan cara mengubah arah medan magnet di tempat penelitian menjadi medan magnet di kutub utara magnet, dimana sudut inklinasi yang bernilai -31.1938° diubah menjadi 90° dan sudut deklinasi yang bernilai 0.8043° diubah menjadi 0° , sehingga seolah-olah pengukuran dilakukan di kutub utara. Kontur reduksi ke kutub dapat dilihat pada gambar di bawah:

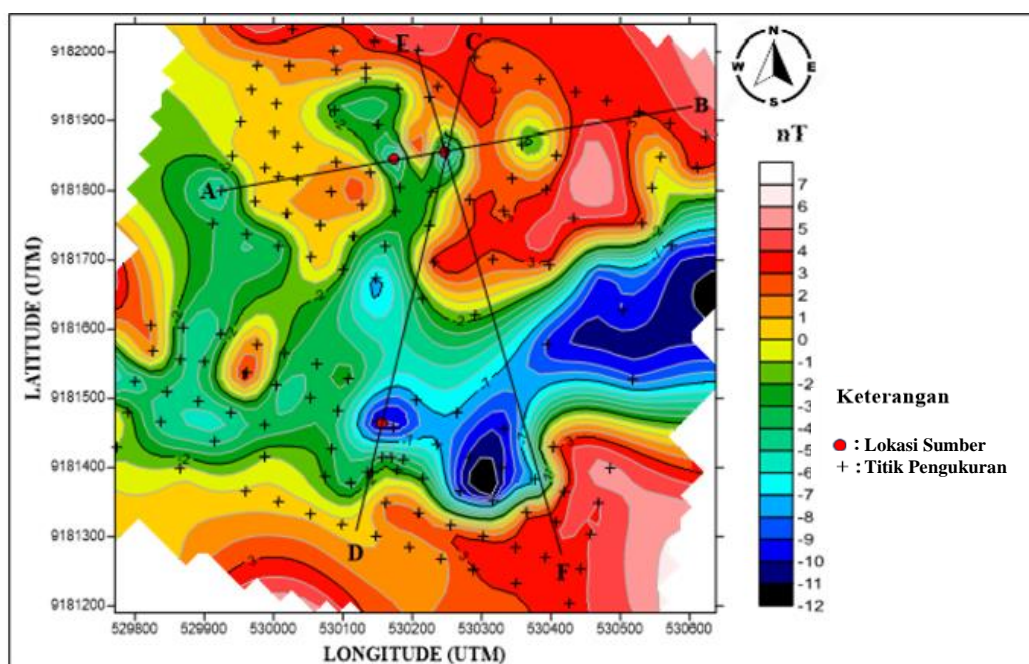


Gambar 4.6 Kontur Anomali Residual Setelah di Reduksi Ke Kutub

4.4 Hasil dan Pembahasan

Proses interpretasi data secara kuantitatif dilakukan dengan tujuan untuk menentukan kedalaman dan menggambarkan struktur di bawah permukaan secara 2 dimensi (2D) dengan menganalisis kontur anomali lokal dari hasil beberapa *slice*.

Interpretasi kuantitatif dilakukan dengan menggunakan *software Oasis Montaj*, prinsip kerja dari proses pemodelan menggunakan *Forward Modeling* dengan menyamakan bentuk dari kurva data dengan kurva anomali model (*matching curve*). Proses penyamaan model menghasilkan gambaran model dari struktur geologi di bawah permukaan. Proses penyamaan ini menggunakan metode *trial and error* dan pengerjaannya membutuhkan ketelitian untuk mendapatkan hasil *error* yang terkecil. Dalam penelitian ini dibuat tiga *slice* pada kontur anomali medan magnet lokal yaitu *slice* A-B, *slice* C-D, dan *slice* E-F yang dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



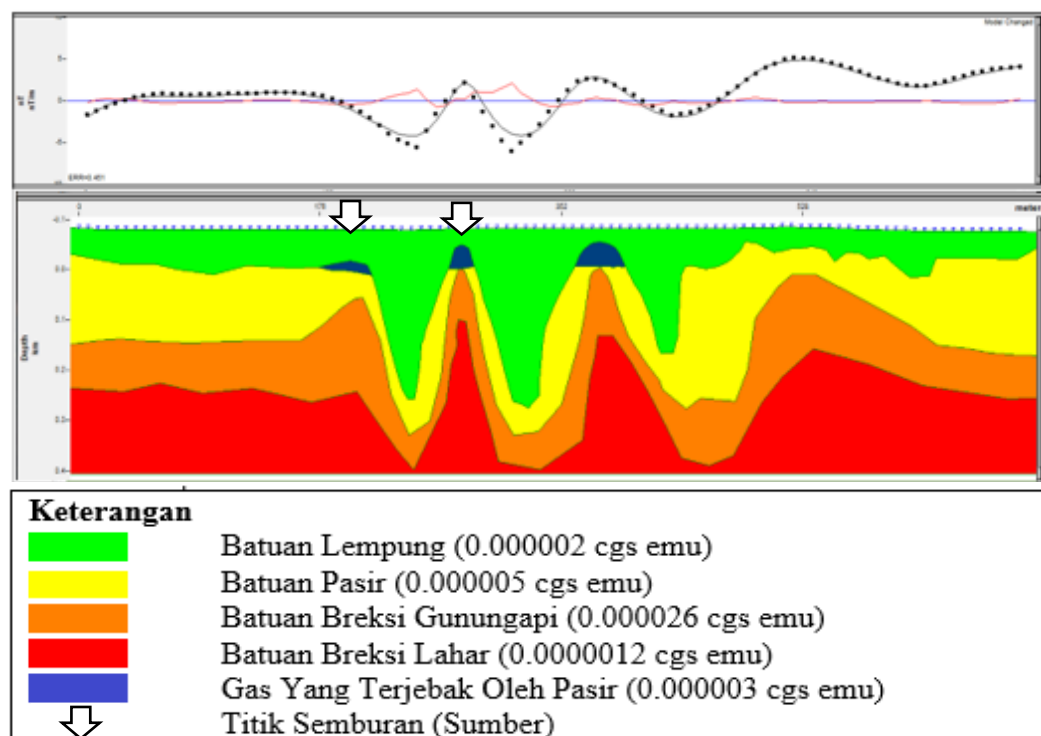
Gambar 4.7 Profil Slice Kontur Anomali Residual

Gambar 4.7 merupakan profil tiga buah *slice* pada kontur anomali residual. Hasil dari *slice* tersebut didapatkan data berupa jarak lintasan dan nilai anomali. Data dari hasil *slice* tersebut digunakan sebagai parameter inputan pada *software Oasis Montaj* beserta data pendukung lainnya yaitu: data topografi, inklinasi dan deklinasi, dan nilai IGRF. Proses interpretasi data secara kuantitatif juga dilakukan

dengan menganalisis penampang pola anomali residual sepanjang *slice* yang telah dibuat dengan data pendukung berupa data geologi regional daerah penelitian, nilai suseptibilitas batuan, dan data pendukung lainnya.

4.4.1 Penampang *Slice* A-B

Slice ini membentang sepanjang 894 m dari koordinat 529698,60 BT 9181750,70 LS sampai 530558,70 BT 9182015,50 LS yang dimodelkan oleh gambar 4.8 dengan nilai *error* 0,451.



Gambar 4.8 Hasil Pemodelan 2D Bawah Permukaan *Slice* A-B

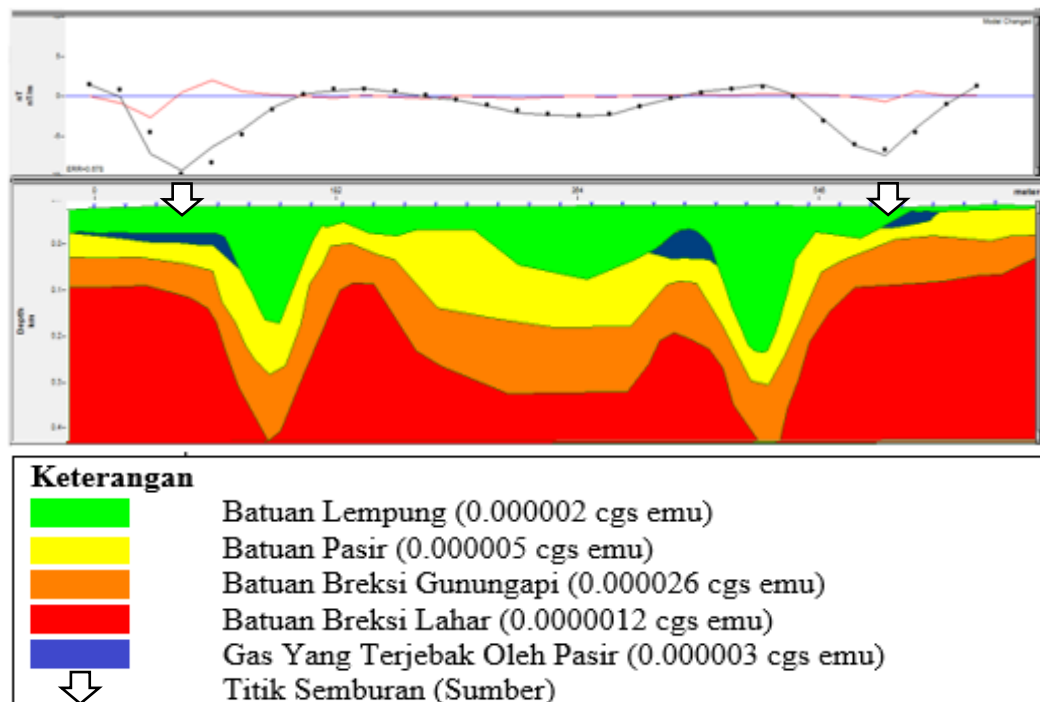
Berdasarkan gambar 4.8 menunjukkan gambar model 2D bawah permukaan pada *slice* A-B yang terdiri dari empat lapisan, Pada lapisan pertama yang berwarna hijau yang diidentifikasi sebagai batuan lempung dengan nilai suseptibilitas 0.000002 cgs emu pada kedalaman \pm 0-180 m dari permukaan dengan ketebalan lapisan yang bervariasi. Pada lapisan kedua yang berwarna kuning yang diidentifikasi sebagai batuan pasir dengan nilai suseptibilitas

0.000005 cgs emu pada kedalaman $\pm 15-380$ m dari permukaan. Pada lapisan ketiga yang berwarna orange yang diidentifikasi sebagai batuan breksi gunungapi dengan nilai suseptibilitas 0.000026 cgs emu pada kedalaman $\pm 80-390$ m. Pada lapisan keempat yang berwarna merah yang diidentifikasi sebagai batuan breksi lahar dengan nilai suseptibilitas 0.0000012 cgs emu pada kedalaman $\pm 180-400$ m dari permukaan. Warna biru tua dengan nilai suseptibilitas 0.000003 cgs emu menandakan akumulasi gas yang terjebak oleh pasir.

Sebagaimana ditunjukkan oleh gambar di atas, model ini memiliki pola kemenerusan batuan yang cukup unik. Bentuknya yang memiliki beberapa lekukan mengindikasikan adanya pola lipatan pada model ini, sehingga memberi adanya peluang sebagai jebakan gas. Bentuk lipatan pada model ini menyerupai tipe lipatan isoklinal, yaitu berupa lipatan yang memiliki beberapa sumbu sejajar dengan yang lainnya. Lipatan ini dapat disebabkan oleh dorongan yang berkelanjutan.

4.4.2 Penampang *Slice C-D*

Slice ini membentang sepanjang 879 m dari koordinat 530198,10 BT 9182062,90 LS sampai 530090,60 BT 9181189,50 LS yang dimodelkan oleh gambar 4.9 dengan nilai error 0,678.



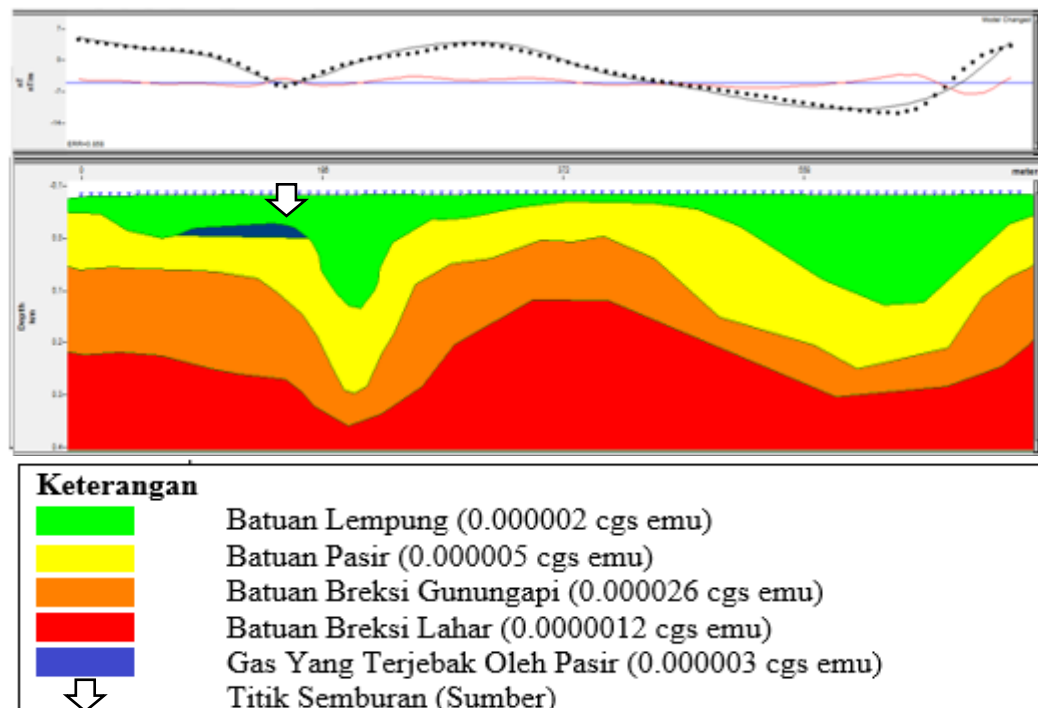
Gambar 4.9 Hasil Pemodelan 2D Bawah Permukaan Slice C-D

Berdasarkan gambar 4.9 menunjukkan gambar model 2D bawah permukaan pada *slice* C-D yang terdiri dari empat lapisan, Pada lapisan pertama yang berwarna hijau yang diidentifikasi sebagai batuan lempung dengan nilai susceptibilitas 0.000002 cgs emu pada kedalaman \pm 0-180 m dari permukaan dengan ketebalan lapisan yang bervariasi. Pada lapisan kedua yang berwarna kuning yang diidentifikasi sebagai batuan pasir dengan nilai susceptibilitas 0.000005 cgs emu pada kedalaman \pm 15-380 m dari permukaan. Pada lapisan ketiga yang berwarna orange yang diidentifikasi sebagai batuan breksi gunungapi dengan nilai susceptibilitas 0.000026 cgs emu pada kedalaman \pm 80-390 m. Pada lapisan keempat yang berwarna merah yang diidentifikasi sebagai batuan breksi lahar dengan nilai susceptibilitas 0.000012 cgs emu pada kedalaman \pm 180-400 m dari permukaan. Warna biru tua dengan nilai susceptibilitas 0.000003 cgs emu menandakan akumulasi gas yang terjebak oleh pasir. Terdapat dua cekungan yang menjadi lokasi pendugaan jebakan gas dengan kedalaman 142 m dari permukaan

dan di kedalaman 485 m dari permukaan dengan bentuk lebih tipis dari akumulasi yang pertama.

4.4.3 Penampang *Slice* E-F

Slice ini membentang sepanjang 900 m dari koordinat 530098,50 BT 9182073,10 LS sampai 530486,10 BT 9181260,80 LS yang dimodelkan oleh gambar 4.16 dengan nilai error 0,858.



Gambar 4.10 Hasil Pemodelan 2D Bawah Permukaan *Slice* E-F

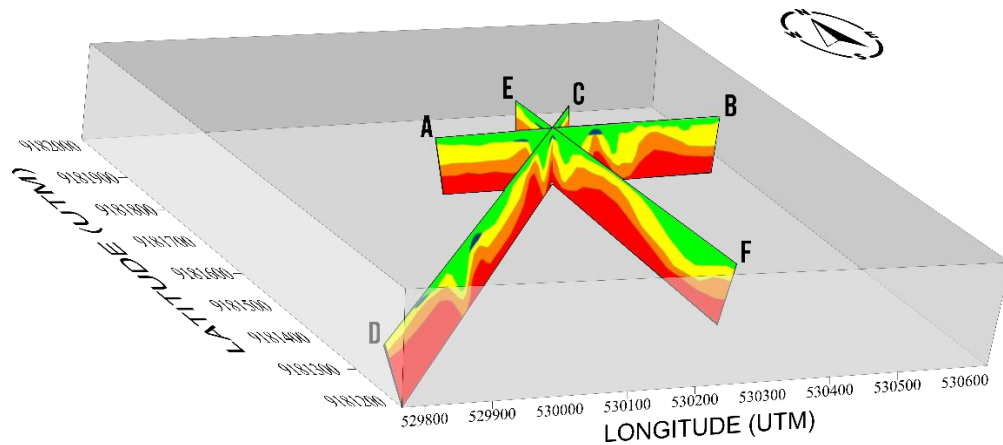
Berdasarkan gambar 4.10 menunjukkan gambar model 2D bawah permukaan pada *slice* E-F yang terdiri dari empat lapisan, Pada lapisan pertama yang berwarna hijau yang diidentifikasi sebagai batuan lempung dengan nilai suseptibilitas 0.000002 cgs emu pada kedalaman \pm 0-180 m dari permukaan dengan ketebalan lapisan yang bervariasi. Pada lapisan kedua yang berwarna kuning yang diidentifikasi sebagai batuan pasir dengan nilai suseptibilitas 0.000005 cgs emu pada kedalaman \pm 15-380 m dari permukaan. Pada lapisan ketiga yang berwarna orange yang diidentifikasi sebagai batuan breksi gunungapi

dengan nilai suseptibilitas 0.000026 cgs emu pada kedalaman \pm 80-390 m. Pada lapisan keempat yang berwarna merah yang diidentifikasi sebagai batuan breksi lahar dengan nilai suseptibilitas 0.0000012 cgs emu pada kedalaman \pm 180-400 m dari permukaan. Warna biru tua dengan nilai suseptibilitas 0.000003 cgs emu menandakan akumulasi gas yang terjebak oleh pasir.

Jika diamati, ketiga model tersebut memiliki keserupaan pola litologi. Keserupaan ini merupakan efek dari sempitnya area penelitian, sehingga ketika ditarik sebuah garis *slice* untuk dimodelkan memberikan pola litologi yang serupa. Jika ketiga *slice* tersebut disatukan dengan membentuk *cross*, maka hasilnya ditampilkan oleh gambar 4.11.

4.4.4 Penampang 3 Dimensi (3D)

Penampang dengan model 3D (3 Dimensi) merupakan hasil gabungan dari beberapa model 2D (2 Dimensi) yaitu: *slice* A-B, *slice* C-D, dan *slice* E-F yang saling berpotongan satu sama lain dan kemudian digabungkan menjadi bentuk 3D (3Dimensi) dengan menggunakan *software Blender*. Tujuan dilakukan pemodelan secara 3D (3 Dimensi) adalah untuk melihat kesinambungan antara model 2D (2 Dimensi) dari setiap *slice* yang menggambarkan struktur batuan bawah permukaan pada daerah penelitian, sehingga dapat memudahkan interpretasi untuk mengetahui keberadaan dari target penelitian yang dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 4.11 Hasil Penampang Slice 3D

Pemodelan 3D (3Dimensi) memberikan gambaran secara nyata tentang struktur bawah permukaan yang dapat dilihat pada gambar 4.11. Pada gambar 4.11 dapat dilihat kesinambungan bentuk lapisan antar *slice* yang merupakan gabungan antara *slice* A-B, *slice* C-D, dan *slice* E-F.

Terbentuknya model yang cukup unik menyerupai lipatan disebabkan karena lokasi area penelitian berada pada lajur solo dan bersinggungan dengan lajur solo. Terlihat jelas dalam peta geologi pada lajur kendeng merupakan zona aktif yang ditandai oleh banyaknya patahan pada zona tersebut. Karena letaknya yang bersinggungan dengan lajur solo, maka efek dari zona aktif itu masih dirasakan pada lajur solo ini. Dalam lajur solo juga mencakup gunung lawu, meskipun gunung ini telah lama tidak aktif tetapi di lerengnya terdapat sebuah kepundan kecil yang masih mengeluarkan uap air (fumarol) dan belerang. Hal ini mengasumsikan bahwa masih terdapat aktivitas magma pada area tersebut sehingga tidak menutup kemungkinan area penelitian berada pada zona aktif dan sewaktu-waktu dapat mengakibatkan pergerakan lapisan dan membentuk lipatan.

Jika dilihat dari model bawah permukaannya dan posisi sumur tidak tepat

vertikal dengan posisi sumber, maka dapat diduga bahwa proses terjadinya semburan tidak secara langsung dari sumber akan tetapi terjadi proses migrasi fluida terlebih dahulu melalui lapisan pasir ke arah permukaan. Akumulasi tekanan gas biogenik yang didukung ini aktivitas pengeboran di permukaan yang terus-menerus menyebabkan adanya rekahan pada lapisan penutup yang menjadikan jalur keluarnya gas.

Berkaitan dengan pola litologi di atas, dapat diduga bahwa proses pembentukan lapisan berawal dari terbentuknya lapisan breksi lahar tertindih oleh lapisan breksi gunungapi dan tertindih lagi di atasnya oleh lapisan pasir. Setelah proses penindihan oleh dua lapisan terjadi sebuah peristiwa lipatan yang disebabkan oleh tenaga endogen secara terus menerus sehingga membentuk sebuah lipatan isoklinal. Namun karena kecilnya tenaga endogen tersebut, maka tidak sampai terbentuk sebuah patahan.

Pada kondisi struktur yang telah terlipat ini kemudian terisi oleh lempung secara terus menerus sehingga memenuhi cekungan-cekungan lipatan. Lapisan lempung ini dapat berasal dari peristiwa longsor atau letusan gunungapi. Pada pembentukan lempung ini terdapat dua fase, fase yang pertama berupa lapisan dasar yang terbentuk mengisi cekungan. Kemudian selang berjalannya waktu terisi oleh air hingga terbentuk ekosistem rawa. Selama proses pengisian ini terjadi pula proses pengikatan fluida oleh lempung. Karena lempung memiliki sifat mengikat fluida, maka air yang mengisi cekungan akan tertahan pada lempung dan tidak sampai terjatuh pada lapisan pasir. Setelah terbentuk rawa terjadi fase ke-dua yaitu fase penutup. Fase ini menutup rata kondisi struktur yang telah terbentuk termasuk cekungan-cekungan yang berbentuk

rawa. Pada fase penutupan ini terjadi pula peristiwa pembentukan gas biogenik.

Terbentuknya gas biogenik bermula dari tumbuh-tumbuhan yang terkubur dan terendapkan bersamaan dengan lempung yang menjadi batuan induk. Setelah terjadi pengendapan terjadi aktivitas organisme oleh bakteri anaerobik yang dipengaruhi oleh suhu rendah dalam kurun waktu geologi yang lama, maka terbentuklah sebuah gas biogenik. Karena karakteristik dari lempung merupakan batuan yang bersifat *impermeable*, maka gas yang terbentuk pada lapisan tersebut akan terjebak dan tidak dapat menerobos keatas. Ketika gas tidak berhasil menerobos ke atas, maka ia akan mencari jalur yang memiliki celah untuk bermigrasi yaitu pada lapisan kedua yang diidentifikasi sebagai batu pasir, memiliki sifat *permeable* dengan tingkat porositas yang tinggi, sehingga lapisan ini menjadi jalur migrasi utama bagi fluida.

4.5 Kajian Al-Qur'an

Al Quran adalah firman Allah SWT yang banyak mengandung pengetahuan. Isi kandungan al-Quran tidak hanya menjelaskan tentang muamalah manusia saja. Namun, dalam sejumlah ayatnya juga terdapat banyak kandungan ilmu pengetahuan yang bisa membuktikan kebenaran ilmiah yang baru bisa terungkap dengan teknologi pada abad ke-20. Hal ini sebagai bukti kebesaran allah SWT dan sebagai petunjuk kepada manusia dalam memanfaatkan apa yang diciptakan-Nya dengan bijaksana dengan tidak lupa mensyukurinya.

Dilihat dari hasil penelitian tergambar beberapa lapisan batuan penyusun struktur bawah permukaan daerah penelitian. Macam-macam batuan tersebut meliputi batu gamping atau batu kapur yang mengandung air asin, lempung dan lain sebagainya. Sesuai dengan firman Allah SWT dalam Surat Fathir ayat 27:

أَلَمْ تَرَ أَنَّ اللَّهَ أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً ۖ فَخَرَجْنَا بِهِ ۖ نَخْرَاتٍ مُّخْتَلِفًا أَلْوَانًا ۖ وَمِنَ الْجِبَالِ جُدَدٌ بَيَضٌ ۖ وَحُمْرٌ مُّخْتَلِفٌ أَلْوَانًا
وَعَرَابِبٌ سُودٌ ﴿٤٧﴾

“Tidakkah engkau melihat bahwa Allah menurunkan air dari langit lalu dengan air itu kami hasilkan buah-buahan yang beraneka macam jenisnya. Dan di antara gunung-gunung itu ada garis-garis putih dan merah yang beraneka macam warnanya dan ada (pula) yang hitam pekat.” (Q.S. Fathir [35]:27).

Ayat ini melanjutkan uraian tentang bukti-bukti kuasa Allah SWT mengenai pergerakan lempeng tektonik. Kata (جذد) judad adalah bentuk jamak dari kata (جذّة) juddah yakni jalan. Kata (بيض) bidh adalah bentuk jamak dari kata (أبيض) abyadh yang berarti putih, kata (سود) sud adalah bentuk jamak dari kata (أسود) aswad/hitam, dan kata (حمر) humur adalah bentuk jamak dari kata (أحمر) ahmar (merah). Adapun kata (غرابيب) gharabib adalah bentuk jamak dari kata (غريب) ghirbib yaitu yang pekat (sangat) hitam.

Dalam surah fathir (35):27 pada lafadz yang artinya “dan diantara gunung-gunung itu ada garis-garis putih dan merah yang beraneka macam warnanya dan ada (pula) yang hitam pekat”. Ayat tersebut menjelaskan tentang salah satu struktur lapisan dari ketujuh lapisan bumi. Lapisan-lapisan tersebut tersusun dengan membentuk seperti garis-garis. Struktur lapisan bumi yang membentuk garis-garis warna tersebut disebabkan karena adanya perbedaan materi-materi yang dikandung oleh bebatuan lapisan. Seperti hasil penelitian dimana warna biru, hijau, dan merah ini menunjukkan perlapisan batuan yang ada di bawah permukaan bumi.

Gas beogenik merupakan gas dangkal, secara geologi pembentukannya

berasal dari tumubuh-tumbuhan yang tertimbun dan terendapkan dalam kurun waktu geologi yang lama. Pembentukan tersebut disertai oleh aktivitas biologis yang dilakukan oleh bakteri anaerob berada pada suhu rendah. Terbentuknya gas biogeni ini sering terjadi di daerah persawahan, rawa, dan danau air tawar. Dalam beberapa negara gas biogenik dimanfaatkan sebagai bahan bakar alternatif karena memiliki kadar polusi udara yang rendah dan ramah lingkungan.

Pada penelitian ini, fenomena semburan gas biogenik disertai dengan air dan terdapat satu tempat yang semburannya berupa api. Jika ditinjau dari prosesnya, fenomena ini mejadi bukti nyata dari ayat alqur'an dalam surat Yasin ayat 80:

الَّذِي جَعَلَ لَكُم مِّنَ الشَّجَرِ الْأَخْضَرِ نَارًا فَإِذَا أَنْتُمْ مِّنْهُ تُوقَدُونَ ﴿٨٠﴾

"Tuhan yang telah menjadikan api (boleh didapati) dari pohon-pohon yang hijau basah untuk kegunaan kamu, maka kamu pun selalu menyalakan api dari pohon-pohon itu" (Q.S. Yasin: 80).

Pada ayat diatas dikatakan bahwa Allah menjadikan api dari pepohonan yang hijau. Kutipan kalimat tersebut menunjukkan bahwa adanya sebab musabab terciptanya api. Hal ini menunjukkan adanya sebuah proses yang berasal dari pepohonan hingga menjadi sebuah api. Secara kasar, proses terbentuknya api dalam ayat ini serupa dengan proses terbentuknya gas biogenik yang menjadi sebab terjadinya fenomena semburan api pada penelitian ini.

Gas biogenik cenderung terakumulasi pada jebakan cekungan lipatan ataupun patahan. Secara struktur geologi, terakumulasinya gas biogenik disebabkan karena adanya batuan penudung di atasnya sehingga gas tidak dapat menerobos keluar. Tetapi karena adanya rekahan ataupun batuan yang memiliki porositas tinggi, maka

batuan ini menjadi sebuah celah bagi gas biogenik untuk bermigrasi keluar.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil interpretasi pengolahan data dan pembahasan, maka dapat diambil kesimpulan sebagaimana berikut:

1. Struktur bawah permukaan pada area penelitian didominasi oleh batuan sedimen dengan rincian lapisan lempung lanau (0.000002 cgs emu), batuan pasir (0.000005 cgs emu), breksi gunungapi (0.000026 cgs emu), dan breksi lahar (0.0000012 cgs emu).
2. Terdapat Potensi gas biogenik yang terbentuk pada struktur lipatan (terjebak pada lapisan pasir) dan tersebar di area penelitian, serta diduga terbentuk pada kurun waktu geologi secara bersamaan.

5.2 Saran

Penelitian ini masih dalam ruang lingkup yang kecil dan masih berupa metode survei, sehingga hasil yang didapat masih dalam skala umum. Oleh karena itu perlu adanya penelitian lanjutan untuk memastikan kondisi bawah permukaan secara detail dan ukuran kantong fluida untuk mengetahui besar kecilnya potensi gas biogenik secara pasti.

DAFTAR PUSTAKA

- Baranov and Naudy, H. 1964. Numerical Calculation of The Formula of Reduction To The Magnetic Pole. *Geophysics* 53, 1592-1600.
- Blakely, R. J. 1995. *Potensial Theory In Gravity And Magnetic Application*. New Jersey: Cambridge University Press.
- Datun M., dan Rumidi S., 1985, Laporan Geologi Lembar Ngawi Jawa Timur Sekala 1:100.000, Proyek Pemetaan Geologi Dan Interpretasi Foto Udara Bidang Pemetaan Geologi: Pusat Penelitian Dan Pengembangan Geologi.
- Datun M. dkk, 1996, Peta Geologi Lembar Ngawi Jawa, Edisi Kedua.
- Hunt, C. P. 1995. *Magnetic Properties of Rock and minerals*. In T. J. Ahrens, ed., *Rock Physics & Phase Relation, A Handbook of Physical Constants*. American Geophysical Union, Washington, pp. 189-204.
- Liputan6.com, 10 Agustus 2018, *Gemuruh Dahului Semburan Gas Metan dari Sumur Tua Warga Ngawi*, (https://www.liputan6.com/regional/read/3615050/gemuruh-dahului-semburan-gas-metan-dari-sumur-tua-wargagawi?related=dable&utm_expid=.9Z4i5ypGQeGiS7w9arwTvQ.1&utm_referrer=https%3A%2F%2Fwww.bing.com%2Fsearch%3Fq%3Dsemburan%2Bgas%2Bmetana%2Bdi%2Bngawi%26FORM%3DEDGENA%26refi g%3Da2e4dc62352a41d8e11829ff58ecfb37) (diakses 9 Juli 2019).
- Mazzini, A. S.-S. 2007. *Triggering and dynamic evolution of LUSI mud volcano, Indonesia*. *Earth Planet. Sci. Lett.*, Vol.261, h.375–388.
- Milsom, J. 2003. *Field Geophysics, 3rd Edition*. England: John Willey and Sons Ltd.
- Munadi, S. 2001. *Instrumentasi Geofisika*. Depok: FMIPA Universitas Indonesia.
- Perdana, O. A., Daeng A. S., and Sutojo. 2013. Application Geomagnetic Method To Identification Choromit Mineral's In Sukorejo Village, Kalidawir District, Tulungagung Regency. *Journal Fisika*. Malang: Physici Departement, State Universty of Malang.
- Qilun, Y., 1995. *Preliminary Study of Unstability of East China Sea Floor. Geological Hazards and Environmental Studies of China Offshore Areas*. 14th INQUA Congress, Berlin, 1995, Qingdao Ocean University Press, p.27- 36.
- Qomariyah, N. 2011. *Analisis Zona Potensi Panas Bumi di Daerah Bittuarang, Kabupaten Tana Toraja, Sulawesi Selatan Berdasarkan Anomali Magnetik- Pseudogravitasi*. Jurusan Fisika, FMIPA Universitas Brawijaya, Malang .

- Rice, D.D., dan G.E. Claypool, 1981. Generation, accumulation, and resource potential of biogenic gas, *American Association of Petroleum Geologist Bulletin (AAPG)* 65, h.5-25
- Rice, D. D., 1993. Biogenic gas: controls, habitats, and resource potential, dalam Shurr, G. W. dan Ridgley, J. L., 2002. Unconventional shallow biogenic gas systems. *AAPG Bulletin*, v. 86. h. 1939 –1969.
- Rusdiasari, F. 2010. *Analisis Zona Potensi Panasbumi Daerah Waesekat, Kabupaten Buru Selatan, Maluku Berdasarkan Data Magnetik*. Malang: Fakultas MIPA UB
- Santoso, D. 2002. *Diklat Kuliah TG-424 Eksplorasi Energi Panas Bumi*. Bandung:ITB.
- Sarkowi Muh. 2010. *Buku Ajar Pengantar Teknik Geofisika*. Lampung: Universitas Lampung.
- Sharma, P. 1997. *Environmental and Engineering Geophysics*. United Kingdom: Cambridge university Press.
- Shurr, G. W. dan Ridgley, J. L., 2002. *Unconventional shallow biogenic gas systems*. *AAPG Bulletin*, v. 86, no. 11 hal: 1939 – 1969.
- Siahaan, M. 2009. *Penentuan Struktur Pada Zona Hidrokarbon Daerah "X" Menggunakan Metode Magnetik*. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Telford, W. G. 1990. *Applied Geophysics*, . New Jersey: Cambridge University Press.
- Tippler, Paul A., 1996. Fisika untuk Sains dan Teknik Edisi Ketiga Jilid 2, diterjemahkan oleh Bambang Soegijono, Jakarta: Penerbit Erlangga, 2001.

LAMPIRAN

Lampiran 1

Data Hasil Penelitian Metode Magnetik

a. Hari Pertama 08 April 2021

No	Koordinat		elv	waktu		Sekon	Intensitas Medan Magnet			Average	Diurnal	IGRF	Anomali Medan Total
	Lintang	Bujur		jam	menit		A	B	C				
1	7°24'26.5"	111°16'19.0"	88	7	30	27000	44725,9	44726,1	44726,2	44726,1	0	44725,6	0,46667
2	7°24'21.0"	111°16'22.3"	85	7	40	27600	44735,1	44735,5	44734,7	44735,1	-0,01543	44725,6	9,51543
3	7°24'20.5"	111°16'23.3"	83	7	53	28380	44723,8	44723,1	44723,2	44723,4	-0,03548	44725,6	-2,19785
4	7°24'20.4"	111°16'24.5"	83	8	1	28860	44723,5	44723,1	44723,2	44723,3	-0,04782	44725,6	-2,28551
5	7°24'20.8"	111°16'25.7"	79	8	5	29100	44723,8	44723,1	44723,2	44723,4	-0,05399	44725,6	-2,17934
6	7°24'20.29"	111°16'34.52"	78	8	10	29400	44723,8	44723,3	44723,2	44723,4	-0,06171	44725,6	-2,10496
7	7°24'20.5"	111°16'23.1"	80	8	14	29640	44723,8	44723,1	44723,2	44723,4	-0,06788	44725,6	-2,16545
8	7°24'19.8"	111°16'23.8"	80	8	20	30000	44735,1	44735,5	44734,7	44735,1	-0,07713	44725,6	9,57713
9	7°24'19.8"	111°16'24.2"	81	8	24	30240	44723,5	44723,8	44723,5	44723,6	-0,08331	44725,6	-1,91669
10	7°24'19.9"	111°16'24.8"	81	8	29	30540	44723,5	44723,5	44723,6	44723,5	-0,09102	44725,6	-1,97565
11	7°24'18.4"	111°16'24.3"	79	8	33	30780	44735,1	44735,5	44734,7	44735,1	-0,09719	44725,6	9,59719
12	7°24'17.1"	111°16'25.4"	83	8	34	30840	44735,1	44735,5	44734,7	44735,1	-0,09873	44725,6	9,59873
13	7°24'18.1"	111°16'23.53"	84	8	38	31080	44735,1	44735,5	44734,7	44735,1	-0,10490	44725,6	9,60490
14	7°24'3.58"	111°16'15.66"	79	8	44	31440	44735,2	44735,5	44734,7	44735,1	-0,11416	44725,6	9,64749
15	7°24'22.97"	111°16'21.90"	86	8	47	31620	44735,1	44735,5	44734,7	44735,1	-0,11879	44725,6	9,61879
16	7°24'23.51"	111°16'23.50"	84	8	52	31920	44735,1	44735,5	44734,7	44735,1	-0,12650	44725,6	9,62650
17	7°24'24.03"	111°16'25.05"	84	9	1	32460	44735,1	44735,5	44734,7	44735,1	-0,14039	44725,6	9,64039
18	7°24'24.58"	111°16'26.56"	85	9	7	32820	44735,1	44735,5	44734,7	44735,1	-0,14964	44725,6	9,64964
19	7°24'17.69"	111°16'11.80"	85	9	11	33060	44735,1	44735,5	44734,7	44735,1	-0,15581	44725,6	9,65581
20	7°24'20.7"	111°16'21.1"	85	9	16	33360	44736,1	44735,5	44734,7	44735,4	-0,16353	44725,6	9,99686
21	7°24'19.4"	111°16'21.4"	85	9	23	33780	44737,1	44735,5	44734,7	44735,8	-0,17433	44725,6	10,34099
22	7°24'17.6"	111°16'21.7"	84	9	28	34080	44738,1	44735,5	44734,7	44736,1	-0,18204	44725,6	10,68204
23	7°24'16.1"	111°16'22.2"	85	9	32	34320	44739,1	44735,5	44734,7	44736,4	-0,18821	44725,6	11,02154

23	7°24'16.1"	111°16'22.2"	85	9	32	34320	44739,1	44735,5	44734,7	44736,4	-0,18821	44725,6	11,02154
24	7°24'15.4"	111°16'20.7"	84	9	37	34620	44740,1	44735,5	44734,7	44736,8	-0,19592	44725,6	11,36259
25	7°24'14.9"	111°16'19.2"	84	9	40	34800	44741,1	44735,5	44734,7	44737,1	-0,20055	44725,6	11,70055
26	7°24'14.5"	111°16'17.9"	84	9	43	34980	44742,1	44735,5	44734,7	44737,4	-0,20518	44725,6	12,03851
27	7°24'14.0"	111°16'16.2"	83	9	47	35220	44743,1	44735,5	44734,7	44737,8	-0,21135	44725,6	12,37802
28	7°24'13.7"	111°16'14.4"	83	9	51	35460	44744,1	44735,5	44734,7	44738,1	-0,21752	44725,6	12,71752
29	7°24'13.6"	111°16'12.9"	83	9	55	35700	44745,1	44735,5	44734,7	44738,4	-0,22369	44725,6	13,05702
30	7°24'14.8"	111°16'13.0"	84	9	59	35940	44746,1	44735,5	44734,7	44738,8	-0,22986	44725,6	13,39653
31	7°24'15.2"	111°16'14.3"	83	10	4	36240	44747,1	44735,5	44734,7	44739,1	-0,23758	44725,6	13,73758
32	7°24'15.3"	111°16'15.4"	84	10	9	36540	44748,1	44735,5	44734,7	44739,4	-0,24529	44725,6	14,07862
33	7°24'15.8"	111°16'17.4"	84	10	15	36900	44749,1	44735,5	44734,7	44739,8	-0,25455	44725,6	14,42121
34	7°24'16.4"	111°16'18.8"	84	10	9	36540	44750,1	44735,5	44734,7	44740,1	-0,24529	44725,6	14,74529
35	7°24'17.0"	111°16'20.4"	85	10	13	36780	44751,1	44735,5	44734,7	44740,4	-0,25146	44725,6	15,08479
36	7°24'08.9"	111°16'26.0"	83	10	14	36840	44755,1	44733,5	44733,7	44734,1	-0,25300	44725,6	8,75300
37	7°24'07.3"	111°16'26.1"	82	10	19	37140	44734,1	44733,5	44733,7	44733,8	-0,26072	44725,6	8,42738
38	7°24'07.1"	111°16'24.6"	80	10	24	37440	44730,1	44729,9	44729,7	44729,9	-0,26843	44725,6	4,56843
39	7°24'06.4"	111°16'23.2"	81	10	26	37560	44733,1	44733,2	44733,1	44733,1	-0,27152	44725,6	7,80485
40	7°24'05.9"	111°16'21.6"	80	10	29	37740	44731,1	44732,2	44732,1	44731,8	-0,27614	44725,6	6,47614
41	7°24'05.2"	111°16'19.8"	79	10	31	37860	44730,1	44729,5	44729,7	44729,8	-0,27923	44725,6	4,44590
42	7°24'03.2"	111°16'18.8"	78	10	38	38280	44733,1	44733,5	44729,7	44732,1	-0,29003	44725,6	6,79003
43	7°24'01.4"	111°16'19.4"	77	10	45	38700	44730,1	44729,5	44729,7	44729,8	-0,30083	44725,6	4,46749
44	7°24'01.4"	111°16'17.9"	78	10	47	38820	44730,1	44729,5	44729,7	44729,8	-0,30391	44725,6	4,47058
45	7°24'01.1"	111°16'16.2"	78	10	51	39060	44730,1	44729,5	44729,7	44729,8	-0,31008	44725,6	4,47675
46	7°24'01.0"	111°16'15.3"	77	10	55	39300	44723,5	44723,5	44723,5	44723,5	-0,31625	44725,6	-1,78375

47	7°24'01.5"	111°16'15.1"	79	10	57	39420	44723,5	44723,5	44723,5	44723,5	44723,5	44723,5	44723,5	-0,31934	44725,6	-1,78066
48	7°24'01.3"	111°16'15.1"	77	10	58	39480	44723,5	44723,5	44723,5	44723,5	44723,5	44723,5	44723,5	-0,32088	44725,6	-1,77912
49	7°24'01.6"	111°16'21.6"	78	11	1	39660	44730,1	44729,9	44729,9	44729,7	44729,7	44729,9	44729,9	-0,32551	44725,6	4,62551
50	7°24'02.0"	111°16'23.0"	78	11	3	39780	44733,1	44733,2	44733,1	44733,1	44733,1	44733,1	44733,1	-0,32860	44725,6	7,86193
51	7°24'02.5"	111°16'24.5"	80	11	5	39900	44731,1	44732,2	44732,1	44732,1	44732,1	44731,8	44731,8	-0,33168	44725,6	6,53168
52	7°24'02.9"	111°16'26.0"	81	11	8	40080	44730,1	44729,5	44729,7	44729,7	44729,7	44729,8	44729,8	-0,33631	44725,6	4,50298
53	7°24'02.4"	111°16'26.4"	82	11	16	40560	44733,1	44733,5	44729,7	44729,7	44729,7	44732,1	44732,1	-0,34865	44725,6	6,84865
55	7°24'01.5"	111°16'23.0"	78	11	31	41460	44730,1	44729,9	44729,9	44729,7	44729,7	44729,9	44729,9	-0,37179	44725,6	4,67179
56	7°24'00.7"	111°16'21.5"	78	11	34	41640	44733,1	44733,2	44733,1	44733,1	44733,1	44733,1	44733,1	-0,37642	44725,6	7,90975
62	7°24'06.6"	111°16'26.7"	82	13	16	47760	44733,1	44733,2	44733,1	44733,1	44733,1	44733,1	44733,1	-0,53377	44725,6	8,06711
65	7°24'0.99"	111°16'28.16"	79	13	11	47460	44731,1	44732,2	44732,1	44732,1	44732,1	44731,8	44731,8	-0,52606	44725,6	6,72606
66	7°24'1.51"	111°16'29.66"	79	13	14	47640	44730,1	44729,5	44729,5	44729,7	44729,7	44729,8	44729,8	-0,53069	44725,6	4,69736
67	7°24'2.05"	111°16'31.21"	78	13	16	47760	44733,1	44733,5	44729,7	44729,7	44729,7	44732,1	44732,1	-0,53377	44725,6	7,03377
68	7°24'2.65"	111°16'32.86"	78	13	19	47940	44730,1	44729,5	44729,5	44729,7	44729,7	44729,8	44729,8	-0,53840	44725,6	4,70507
69	7°24'3.07"	111°16'34.35"	77	13	31	48660	44730,1	44729,9	44729,9	44729,7	44729,7	44729,9	44729,9	-0,55691	44725,6	4,85691
70	7°24'3.60"	111°16'35.86"	77	13	37	49020	44733,1	44733,2	44733,1	44733,1	44733,1	44733,1	44733,1	-0,56617	44725,6	8,09950
71	7°24'4.14"	111°16'37.32"	77	13	42	49320	44731,1	44732,2	44732,1	44732,1	44732,1	44731,8	44731,8	-0,57388	44725,6	6,77388
72	7°24'4.71"	111°16'38.98"	76	13	49	49740	44730,1	44729,5	44729,5	44729,7	44729,7	44729,8	44729,8	-0,58468	44725,6	4,75135
73	7°24'5.66"	111°16'36.89"	76	13	58	50280	44733,1	44733,5	44733,5	44729,7	44729,7	44732,1	44732,1	-0,59857	44725,6	7,09857
74	7°24'6.15"	111°16'38.59"	76	14	9	50940	44730,1	44729,5	44729,5	44729,7	44729,7	44729,8	44729,8	-0,61554	44725,6	4,78220
75	7°24'21.94"	111°16'33.96"	86	14	13	51180	44736,1	44735,5	44735,5	44735,7	44735,7	44735,8	44735,8	-0,62171	44725,6	10,78837
76	7°24'23.42"	111°16'33.61"	82	14	18	51480	44736,1	44735,5	44735,5	44735,7	44735,7	44735,8	44735,8	-0,62942	44725,6	10,79609
77	7°24'25.04"	111°16'33.12"	84	14	34	52440	44736,1	44735,5	44735,5	44735,7	44735,7	44735,8	44735,8	-0,65410	44725,6	10,82077
78	7°24'26.67"	111°16'32.60"	85	14	39	52740	44736,1	44735,5	44735,5	44735,7	44735,7	44735,8	44735,8	-0,66182	44725,6	10,82848
79	7°24'25.08"	111°16'28.08"	85	14	48	53280	44736,1	44735,5	44735,5	44735,7	44735,7	44735,8	44735,8	-0,67570	44725,6	10,84237

80	7°24'25.08"	111°16'28.08"	86	14	56	53760	44736,1	44735,5	44735,7	44735,8	-0,68804	44725,6	10,85471
81	7°24'22.47"	111°16'20.41"	86	15	3	54180	44735,1	44735,5	44734,7	44735,1	-0,69884	44725,6	10,19884
82	7°24'21.89"	111°16'18.91"	86	15	9	54540	44735,1	44735,5	44734,7	44735,1	-0,70810	44725,6	10,20810
83	7°24'21.40"	111°16'17.37"	86	15	15	54900	44735,1	44735,5	44734,7	44735,1	-0,71736	44725,6	10,21736
84	7°24'20.33"	111°16'14.26"	85	15	20	55200	44735,1	44735,5	44734,7	44735,1	-0,72507	44725,6	10,22507
85	7°24'19.33"	111°16'11.29"	84	15	27	55620	44735,1	44735,5	44734,7	44735,1	-0,73587	44725,6	10,23587
86	7°24'5.10"	111°16'30.34"	81	15	38	56280	44730,1	44729,9	44729,7	44729,9	-0,75284	44725,6	5,05284
87	7°24'5.59"	111°16'31.97"	82	15	44	56640	44733,1	44733,2	44733,1	44733,1	-0,76209	44725,6	8,29543
88	7°24'7.10"	111°16'36.46"	77	15	53	57180	44731,1	44732,2	44732,1	44731,8	-0,77598	44725,6	6,97598
89	7°24'8.77"	111°16'35.99"	78	16	0	57600	44730,1	44729,5	44729,7	44729,8	-0,78678	44725,6	4,95344
90	7°24'6.67"	111°16'29.88"	83	16	15	58500	44733,1	44733,5	44729,7	44732,1	-0,80992	44725,6	7,30992
91	7°24'7.19"	111°16'31.50"	84	16	19	58740	44733,1	44733,2	44733,1	44733,1	-0,81609	44725,6	8,34942
92	7°24'7.67"	111°16'27.88"	83	16	28	59280	44731,1	44732,2	44732,1	44731,8	-0,82997	44725,6	7,02997
93	7°24'8.19"	111°16'29.49"	78	16	36	59760	44733,1	44733,2	44733,1	44733,1	-0,84231	44725,6	8,37565
94	7°24'2.54"	111°16'17.61"	79	16	44	60240	44731,1	44732,2	44732,1	44731,8	-0,85466	44725,6	7,05466
95	7°24'4.07"	111°16'17.12"	80	16	55	60900	44730,1	44729,5	44729,7	44729,8	-0,87163	44725,6	5,03829
96	7°24'5.62"	111°16'16.71"	81	17	9	61740	44730,1	44729,5	44729,7	44729,8	-0,89322	44725,6	5,05989
97	7°24'7.26"	111°16'16.21"	82	17	15	62100	44730,1	44729,5	44729,7	44729,8	-0,90248	44725,6	5,06915
98	7°24'26.4"	111°16'18.9"	88	17	35	63300	44725,2	44725,1	44725,1	44725,1	0	44725,6	-0,46667

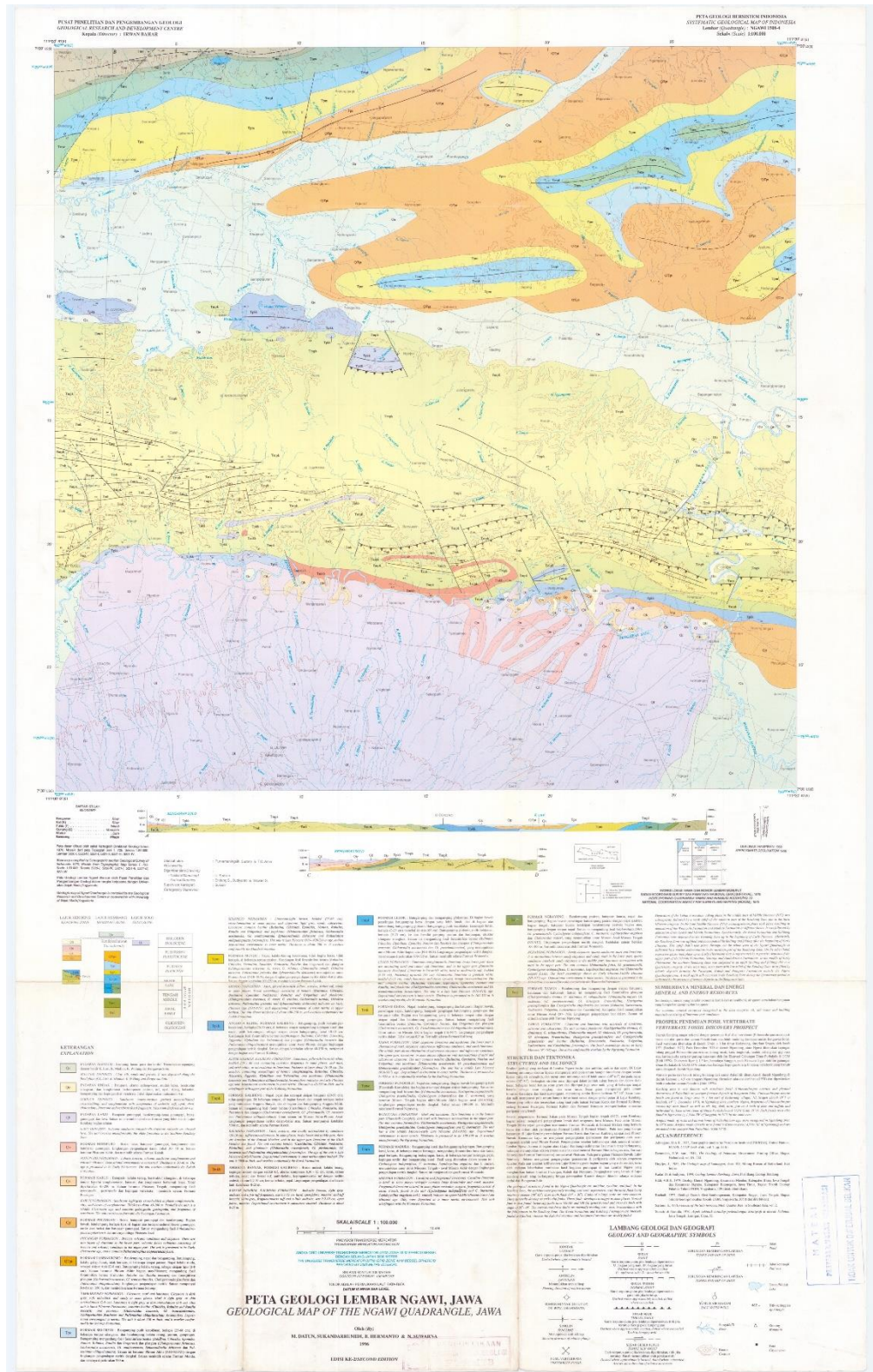
b. Hari Kedua 09 April 2021

99	7°24'26.4"	111°16'18.9"	88	8	9	29340	44725,9	44726,1	44726,2	44726,1	0	44725,6	0,46667
100	7°24'8.80"	111°16'15.82"	83	8	17	29820	44733,1	44733,2	44733,1	44733,1	-0,02657	44725,6	7,55991
101	7°24'9.30"	111°16'17.39"	83	8	23	30180	44731,1	44732,2	44732,1	44731,8	-0,04650	44725,6	6,24650
102	7°24'9.86"	111°16'18.90"	83	8	32	30720	44730,1	44729,5	44729,7	44729,8	-0,07639	44725,6	4,24306
103	7°24'10.37"	111°16'20.43"	83	8	40	31200	44730,1	44729,5	44729,7	44729,8	-0,10297	44725,6	4,26963
104	7°24'10.96"	111°16'21.95"	83	8	46	31560	44733,1	44733,2	44733,1	44733,1	-0,12289	44725,6	7,65623
105	7°24'11.37"	111°16'23.50"	82	8	55	32100	44731,1	44732,2	44732,1	44731,8	-0,15279	44725,6	6,35279
106	7°24'9.86"	111°16'23.92"	83	9	8	32880	44730,1	44729,5	44729,7	44729,8	-0,19597	44725,6	4,36263
107	7°24'9.40"	111°16'22.43"	83	9	17	33420	44733,1	44733,2	44733,1	44733,1	-0,22586	44725,6	7,75919
108	7°24'8.87"	111°16'20.86"	82	9	24	33840	44731,1	44732,2	44732,1	44731,8	-0,24911	44725,6	6,44911
109	7°24'8.32"	111°16'19.29"	82	9	31	34260	44730,1	44729,5	44729,7	44729,8	-0,27236	44725,6	4,43903
110	7°24'7.77"	111°16'17.79"	81	9	37	34620	44730,1	44729,5	44729,7	44729,8	-0,29229	44725,6	4,45896
111	7°24'6.18"	111°16'18.27"	79	9	42	34920	44733,1	44733,2	44733,1	44733,1	-0,30890	44725,6	7,84223
112	7°24'4.56"	111°16'18.69"	81	9	49	35340	44731,1	44732,2	44732,1	44731,8	-0,33215	44725,6	6,53215
113	7°24'6.74"	111°16'19.79"	82	9	55	35700	44730,1	44729,5	44729,7	44729,8	-0,35208	44725,6	4,51874
114	7°24'7.30"	111°16'21.36"	82	10	2	36120	44730,1	44729,5	44729,7	44729,8	-0,37533	44725,6	4,54199
115	7°24'7.92"	111°16'22.82"	82	10	8	36480	44733,1	44733,2	44733,1	44733,1	-0,39526	44725,6	7,92859
116	7°24'8.22"	111°16'24.41"	84	10	14	36840	44731,1	44732,2	44732,1	44731,8	-0,41518	44725,6	6,61518
117	7°24'16.23"	111°16'12.16"	85	10	20	37200	44735,1	44735,5	44734,7	44735,1	-0,43511	44725,6	9,93511
118	7°24'16.72"	111°16'13.64"	83	10	27	37620	44735,1	44735,5	44734,7	44735,1	-0,45836	44725,6	9,95836
119	7°24'17.17"	111°16'15.14"	84	10	34	38040	44735,1	44735,5	44734,7	44735,1	-0,48161	44725,6	9,98161
120	7°24'17.71"	111°16'16.67"	84	10	41	38460	44735,1	44735,5	44734,7	44735,1	-0,50486	44725,6	10,00486
121	7°24'18.28"	111°16'18.25"	84	10	47	38820	44735,1	44735,5	44734,7	44735,1	-0,52479	44725,6	10,02479
122	7°24'19.19"	111°16'26.35"	82	10	53	39180	44736,1	44735,5	44735,7	44735,8	-0,54472	44725,6	10,71139

123	7°24'19.80"	111°16'27.88"	81	11	0	39600	44736,1	44735,5	44735,7	44735,8	-0,56797	44725,6	10,73464
124	7°24'20.28"	111°16'29.41"	81	11	6	39960	44736,1	44735,5	44735,7	44735,8	-0,58790	44725,6	10,75457
125	7°24'20.82"	111°16'30.97"	81	11	13	40380	44736,1	44735,5	44735,7	44735,8	-0,61115	44725,6	10,77782
126	7°24'21.41"	111°16'32.37"	80	11	20	40800	44736,1	44735,5	44735,7	44735,8	-0,63440	44725,6	10,80107
127	7°24'22.84"	111°16'31.95"	82	11	26	41160	44736,1	44735,5	44735,7	44735,8	-0,65433	44725,6	10,82100
128	7°24'22.38"	111°16'30.56"	82	11	33	41580	44736,1	44735,5	44735,7	44735,8	-0,67758	44725,6	10,84425
129	7°24'21.84"	111°16'29.02"	82	11	40	42000	44736,1	44735,5	44735,7	44735,8	-0,70083	44725,6	10,86750
130	7°24'21.38"	111°16'27.45"	82	11	47	42420	44736,1	44735,5	44735,7	44735,8	-0,72408	44725,6	10,89075
131	7°24'21.94"	111°16'23.96"	85	11	54	42840	44736,1	44735,5	44735,7	44735,8	-0,74733	44725,6	10,91400
132	7°24'22.42"	111°16'25.50"	84	12	4	43440	44736,1	44735,5	44735,7	44735,8	-0,78055	44725,6	10,94721
133	7°24'22.99"	111°16'27.02"	83	12	11	43860	44736,1	44735,5	44735,7	44735,8	-0,80380	44725,6	10,97046
134	7°24'23.52"	111°16'28.54"	84	12	18	44280	44736,1	44735,5	44735,7	44735,8	-0,82705	44725,6	10,99371
135	7°24'24.03"	111°16'30.07"	84	12	25	44700	44736,1	44735,5	44735,7	44735,8	-0,85030	44725,6	11,01696
136	7°24'24.50"	111°16'31.47"	84	12	33	45180	44736,1	44735,5	44735,7	44735,8	-0,87687	44725,6	11,04353
137	7°24'26.4"	111°16'18.9"	88	12	50	46200	44725,2	44725,1	44725,1	44725,1	0	44725,6	-0,46667

Lampiran 2

Peta Geologi Daerah Penelitian Lembar Ngawi



Lampiran 3

Dokumentasi Pengambilan Data





JURUSAN FISIKA

Jl. Gajayana No. 50 Malang 65144 Telp. / Fax. (0341) 558933
Website : <http://fisika.uin-malang.ac.id>, e-mail : Fis@uin-malang.ac.id

BUKTI KONSULTASI SKRIPSI

Nama : M. Imam Sa'roni
NIM : 16640013
Fakultas/Program Studi : Sains dan Teknologi
Judul Skripsi : Identifikasi Struktur Bawah Permukaan Di Sekitar Area Semburan Gas Biogenik Menggunakan Metode Magnetik
(Studi Kasus: Desa Sidolaju, Kecamatan Widodaren, Kabupaten Ngawi)
Pembimbing 1 : Irjan, M.Si
Pembimbing 2 : Ahmad Abtokhi, M.Pd

• Konsultasi Fisika

No	Tanggal	Hal	Tanda Tangan
1	12 Januari 2021	Konsultasi BAB I - III	
2	25 Mei 2023	Konsultasi BAB IV	
3	26 Mei 2023	Konsultasi BAB IV	
4	13 Juni 2023	Konsultasi BAB I - V	
5	14 Juni 2023	Konsultasi BAB I - V	
6	15 Juni 2023	Konsultasi BAB I - V	
7	16 Juni 2023	Konsultasi BAB I - V ACC	

• Konsultasi Integrasi

No	Tanggal	Hal	Tanda Tangan
1	13 Juni 2023	Konsultasi Integrasi BAB I - IV	
2	14 Juni 2023	Konsultasi Integrasi BAB I - IV	
3	15 Juni 2023	Konsultasi Integrasi BAB I - V	
4	16 Juni 2023	Konsultasi Integrasi BAB I - V	
5	23 Juni 2023	Konsultasi Integrasi ACC	

Malang, 22 Juni 2023

Mengetahui,
Ketua Program Studi,



Dr. Imam Yazid, M.Si