

Prof. Dr. Ir. Muh Sarkowi, S.Si, M.Si, IPU



Orasi Ilmiah

**DARI GRAVITY HINGGA MICROGRAVITY
UNTUK EKSPLORASI – EKSPLOITASI
SUMBERDAYA ALAM**

DAN

MITIGASI



Bidang Teknik Geofisika Fakultas Teknik
Universitas Lampung
Tahun 2023

**DARI GRAVITY HINGGA
MICROGRAVITY UNTUK EKSPLORASI –
EKSPLOITASI SUMBERDAYA ALAM DAN
MITIGASI**



Orasi Ilmiah

Prof. Dr. Ir. Muh Sarkowi, S.Si, M.Si, IPU

Disampaikan Pada Pengukuhan Guru Besar
Bidang Teknik Geofisika Fakultas Teknik

**FALKUTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
TAHUN 2023**

Fungsi dan sifat hak cipta Pasal 4

Hak Cipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 huruf a merupakan hak eksklusif yang terdiri atas hak moral dan hak ekonomi.

Pembatasan Pelindungan Pasal 26

Ketentuan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 23, Pasal 24, dan Pasal 25 tidak berlaku terhadap:

- i. penggunaan kutipan singkat Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait untuk pelaporan peristiwa aktual yang ditujukan hanya untuk keperluan penyediaan informasi aktual;
- ii. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk kepentingan penelitian ilmu pengetahuan;
- iii. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk keperluan pengajaran, kecuali pertunjukan dan Fonogram yang telah dilakukan Pengumuman sebagai bahan ajar; dan
- iv. penggunaan untuk kepentingan pendidikan dan pengembangan ilmu pengetahuan yang memungkinkan suatu Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait dapat digunakan tanpa izin Pelaku Pertunjukan, Produser Fonogram, atau Lembaga Penyiaran.

**DARI GRAVITY HINGGA MICROGRAVITY UNTUK EKSPLORASI
- KSPLOITASI SUMBERDAYA ALAM DAN MITIGASI**

Prof. Dr. Ir. Muh Sarkowi, S.Si, M.Si, IPU

Desain Cover :

Aura Publisher Design

Tata Letak :

Aura Publisher Design

Ukuran :

14.8x21 cm

Cetakan Pertama :

November 2023

Fakultas Teknik

Universitas Lampung

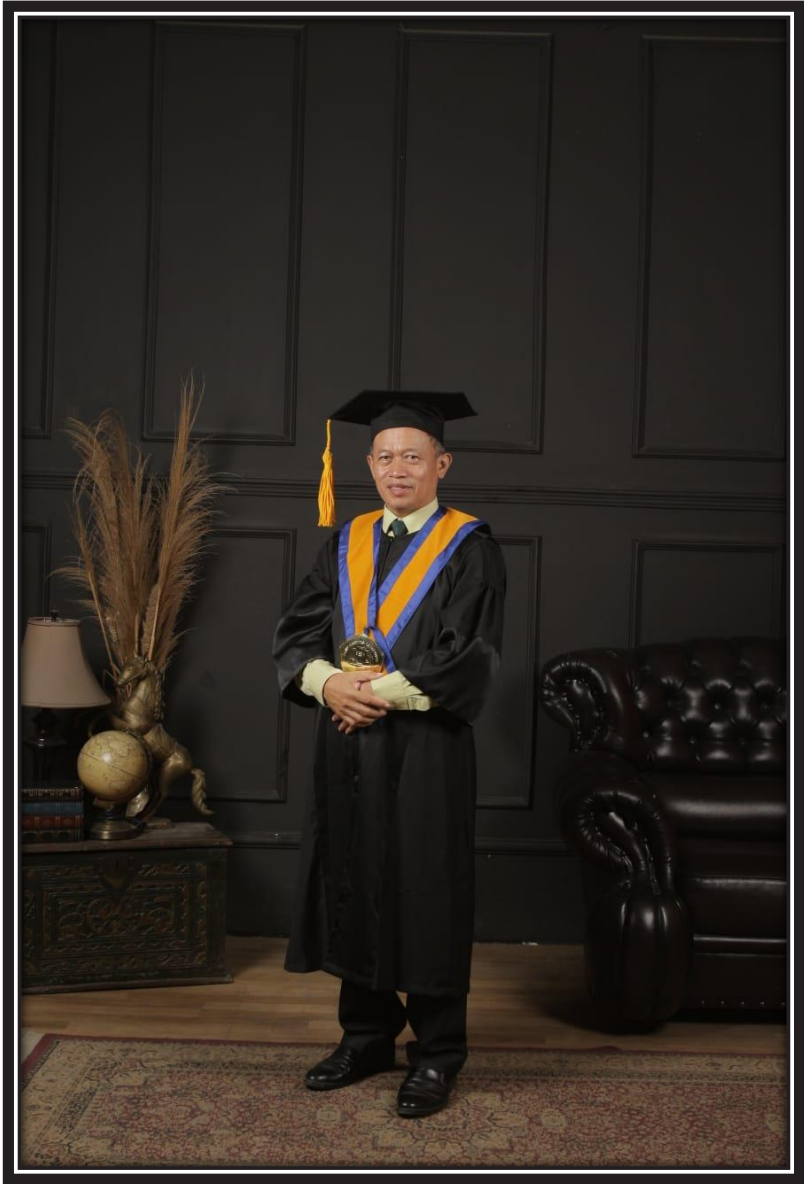
6 November 2023

Isi diluar tanggung jawab percetakan

Copyright © 2023

All Right Reserved

Hak cipta dilindungi undang-undang
Dilarang keras menerjemahkan, memfotokopi, atau
memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini
tanpa izin tertulis dari Penerbit.



Prof. Dr. Ir. Muh Sarkowi, S.Si, M.Si, IPU

KATA PENGANTAR

الرَّحِيمِ الرَّحْمَنِ اللَّهُ بِسْمِ

Alhamdulillah,

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, atas segala karuniaNya yang telah dilimpahkan hingga saat ini sehingga orasi ilmiah ini dapat diselesaikan. Orasi ilmiah ini disampaikan sebagai tanggung jawab penulis kepada bangsa dan negara Indonesia karena mendapat kepercayaan diangkat dalam jabatan guru besar. Di dalamnya dipaparkan secara singkat metode gravity – microgravity untuk eksplorasi – eksploitasi sumberdaya alam dan mitigas. Seiring dengan perkembangan teknologi dibidang elektronika dan instrumentasi, gravimeter sebagai alat ukur gravity saat ini telah mengalami peningkatan ketelitian sehingga anomali gravity akibat benda anomali yang kecil atau perubahan masa yang kecil dibawah permukaan dapat terukur oleh gravimeter tersebut. Ringkasan dari aplikasi metode gravity – microgravity untuk eksplorasi eksploitasi sumberdaya dan mitigasi diharapkan dapat menjadi rujukan dalam melakukan eksplorasi – eksploitasi sumberdaya alam dan mitigasi dimasa datang.

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Rektor dan Pimpinan Universitas Lampung, serta Senat Universitas Lampung, atas kesempatan yang diberikan kepada penulis

Prof. Dr. Ir. Muh Sarkowi, S.Si, M.Si, IPU

untuk menyampaikan orasi ilmiah. Terima kasih yang besar kepada kolega dosen, peneliti, kalangan industri, dan mahasiswa yang sudah membantu penulis dalam menekuni bidang gravity – microgravity untuk eksplorasi sumberdaya alam dan monitoring eksploitasi panasbumi dan hydrocarbon serta untuk monitoring subsidence. Penulis juga mengucapkan banyak terima kasih kepada guru-guru dan dosen-dosen pengajar serta pembimbing sepanjang riwayat pendidikan penulis. Tak lupa, penulis juga menyampaikan terima kasih dan sayang kepada keluarga yang memberikan makna yang dalam pada semua pekerjaan.

Bandar Lampung, November 2023

Penulis

Prof. Dr. Ir. Muh Sarkowi, S.Si, M.Si, IPU

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
1. Pendahuluan	3
2. Eksplorasi sumberdaya alam	5
3. Metode gravity untuk eksplorasi potensi panasbumi	7
4. Metode gravity untuk eksplorasi hydrocarbon	11
5. Metode Microgravity untuk Pemantauan Proses Eksplorasi panasbumi	14
6. Metode Microgravity untuk Pemantauan Proses Eksplorasi Hydrocarbon	19
7. Metode Microgravity untuk Pemantauan Pengurangan Air Tanah dan Subsidence	22
8. Microgravity untuk Mitigasi	25
PENUTUP : PROSPEK MASA DEPAN	27
UCAPAN TERIMA KASIH	29
REFERENSI	33
PROFIL PENULIS	37
Foto keluarga	56

Bismillahirrahmanirrahim.

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Yang saya hormati,

1. Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia,
2. Gubernur Lampung atau yang mewakili,
3. Ketua dan Anggota Senat Universitas Lampung,
4. Rektor dan Para Wakil Rektor Universitas Lampung,
5. Bupati dan Walikota Se-Provinsi Lampung atau yang mewakili,
6. Kepala Dinas Pendidikan dan Kebudayaan Provinsi Lampung dan Kabupaten/Kota Se-Provinsi Lampung atau yang mewakili,
7. Para Ketua Lembaga, Kepala Biro, dan Kepala UPT di Lingkungan Universitas Lampung,
8. Para Dekan, Wakil Dekan, Direktur Program Pascasarjana, Ketua Jurusan, Ketua Program Studi, Kepala Bagian, dan Kepala Sub Bagian di Lingkungan Universitas Lampung,
9. Para Undangan baik sipil maupun militer, mohon maaf tidak bisa disebutkan namanya satu per satu,
10. Para Dosen, Karyawan, Mahasiswa, dan Dharma Wanita di Lingkungan Universitas Lampung dan,
11. Tamu undangan, Sanak Keluarga, Handai Taulan, serta Hadirin yang saya muliakan.

Puji syukur ke hadirat Allah SWT yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang dan senantiasa mencurahkan nikmat dan keberkahan kepada setiap hamba-Nya. Allah SWT yang menulis takdir setiap hamba-Nya di *Lauhul Mahfudz*, yang senantiasa menyulurkan tangan untuk menolong sekaligus memberi ujian bagi umat Nya, yang mengangkat sekaligus menjatuhkan, yang menitipkan pangkat, gelar serta jabatan sekaligus menariknya kembali ke kondisi awal mereka lahir di dunia.

Tidak lupa shalawat beriring salam senantiasa terlimpahkan kepada Nabi Besar Muhammad SAW yang selalu kita nantikan safaatnya di *yaumul akhir* nanti, serta para keluarga, sahabat dan umat-Nya yang selama ini setia mengikuti ajarannya hingga akhir zaman.. Amiin.

Hadirin yang berbahagia..., hari ini merupakan momentum paling bersejarah serta berharga dalam hidup saya dan keluarga. Hari ini saya dan istri menjalani pengukuhan Guru Besar secara bersama-sama, meski istri sudah 2 tahun yang lalu mengusulkan Guru Besar sedangkan saya baru 5 bulan yang lalu tetapi Allah mentakdirkan Saya dan Istri melakukan pengukuhan Guru Besar bersamaan. Pengukuhan dan pengangkatan sebagai Guru Besar ini merupakan sebuah anugerah yang tidak terhingga nilainya dari Allah SWT sekaligus amanah bagi saya untuk lebih bijaksana dan terus berkarya memberikan kontribusi nyata baik berupa pemikiran-pemikiran ilmiah maupun tindakan nyata untuk kebermanfaatannya bagi agama, negara, institusi, industry dan masyarakat luas. Sebagaimana kita ketahui, bahwa posisi seorang Guru Besar (Profesor) adalah tingkatan paling paripurna dalam Jabatan Fungsional di perguruan tinggi.

Ketua Senat, Rektor beserta jajaran dan Hadirin yang saya hormati,

Pada kesempatan yang berbahagia ini, izinkanlah saya menyampaikan beberapa pandangan, pemikiran dan refleksi keilmuan saya berkaitan dengan studi yang selama ini saya geluti. Sejalan dengan bidang kajian ilmu saya dalam Teknik Geofisika, perkenankanlah saya untuk menyajikan orasi ilmiah dengan tema : **“Dari gravity hingga microgrvity untuk eksplorasi – eksploitasi Sumberdaya Alam dan Mitigasi”**.

Ketua Senat, Rektor beserta jajaran dan Hadirin yang saya hormati.

1. Pendahuluan

Gravity adalah fenomena alam dimana semua benda yang memiliki masa atau energi di alam semesta saling tarik menarik. Di bumi, adanya gaya gravity menyebabkan benda memiliki berat, adanya bulan menyebabkan pasang surut air laut di bumi. Adanya gaya gravity dari matahari mengakibatkan planet dan beragam objek lainnya bergerak pada orbitnya masing-masing seperti yang dikemukakan oleh Johannes Kepler seorang tokoh penting dalam revolusi ilmiah, seorang astronom, dan seorang matematikawan dari Jerman yang menjelaskan tentang hukum gerakan planet mengelilingi tatasurya (Comins and Kaufmann, 2008). Namun demikian hukum kepler belum bisa menjelaskan penyebab dari gerak planet dalam tatasurya tersebut.

Jawaban dari penyebab gerak planet dalam sistem tatasurya baru dapat dijelaskan Sir Isaac Newton, seorang fisikawan, matematikawan, dan ahli astronomi tahun 1687 dalam bukunya "*Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica*". Newton berhasil menjelaskan dan membuktikann konsistensi antara hukum gerak planet Kepler dengan teori gravitasinya (Newton, 1999). Hukum Newton tentang gaya gravitasi menyatakan bahwa besarnya gaya gravity yang disebabkan oleh dua buah benda yang memiliki masa adalah sebanding dengan masanya dan berbanding terbalik dengan jarak antara kedua benda tersebut.

Mungkin masih menjadi pertanyaan, *mengapa dua benda yang tidak bersentuhan dapat saling tarik-menarik? Mengapa matahari dapat menarik bumi meskipun keduanya tidak*

bersentuhan? Untuk menjelaskan masalah ini diperkenalkan konsep kuat medan gravity. Setiap benda menghasilkan medan gravity pada seluruh ruang di sekitarnya. Tarikan gravity bumi pada bulan dapat dipandang sebagai interaksi antara medan gravity bumi di lokasi bulan. Kuat medan gravity benda yang bermassa m_1 dengan pendekatan bumi berbentuk bola adalah:

$$\vec{g}_{21} = -G \frac{m_1}{r_{21}^2} \vec{r}_{21}$$

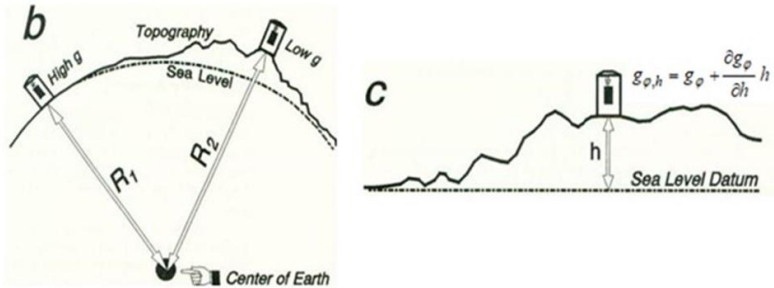
Dengan demikian, besar medan gravity pada jarak r dari pusat benda m_1 adalah:

$$g(r) = -G \frac{m_1}{r^2} = -G \frac{\rho_1 V_1}{r^2} = -\frac{4\pi G \rho_1 r}{3}$$

dengan :

- g : Medan gravitasi / percepatan gravitasi bumi
- G : Konstanta universal gravitasi ($G = 6.674 \times 10^{-8}$ cgs unit)
- m_1 : Massa bumi
- r : Jari - jari bumi
- ρ_1 : Massa jenis bumi rata - rata
- V_1 : Volume bumi

Namun pada kenyataannya bumi mempunyai bentuk spheroid dengan topografi yang bervariasi, sehingga nilai medan gravity di permukaan bumi tidak akan sama, bergantung pada: lokasi (koordinat), tinggi, dan densitas batuan di titik tersebut (**Gambar 1**).



Gambar 1. Bumi memiliki bentuk ellipsoid dengan topografi berundulasi dan jenis batuan yang berbeda beda, sehingga nilai gravity di permukaan bumi akan berbeda beda.

Nilai medan gravity pada ketinggian 0 (*mean sea level*) dan lintang θ dapat dihitung menggunakan persamaan (Sarkowi, 2014):

$$g(\theta) = 978031.85(1 + 0.00527889\sin^2\theta + 0.000023462\sin^4\theta)mGall$$

Dengan θ adalah koordinat lintang titik dipermukaan bumi. Sedangkan perubahan medan gravity akibat perubahan tinggi adalah (Sarkowi, 2014):

$$g_{\varphi,h} = g_{\varphi} + \frac{\partial g_{\varphi}}{\partial h} h \rightarrow \frac{\partial g_{\varphi}}{\partial h} = -\frac{2g_{\varphi}}{a}(1 + f + m - 2f \sin^2 \varphi) = 0.308 \text{ mgal/m}$$

2. Eksplorasi sumberdaya alam

Kita harus bersyukur tinggal di bumi Indonesia sebuah negeri yang kaya akan sumber daya alam, tentunya membutuhkan pengetahuan, teknologi, dan pengalaman dalam mengeksplorasi sekaligus mengeksploitasi kekayaan alam tersebut. Potensi sumber daya alam yang belum di eksplorasi,

sebagian besar berada pada daerah yang remote, struktur yang kompleks, lokasi yang terpencil, dan kondisi sosial masyarakat yang beragam sehingga tantangan eksplorasi menjadi lebih rumit dan sulit. Pengembangan teknologi yang ramah lingkungan dan efisien serta processing harus dilakukan dalam menjawab tantangan eksplorasi sumberdaya alam. Salah satu metode dalam geofisika yang ramah lingkungan, tidak merusak, dan biaya relative murah adalah metode gravity.

Metode gravity merupakan salah satu metode geofisika yang digunakan pada eksplorasi sumberdaya alam (hydrocarbon, panasbumi, dan mineral), meskipun pada saat ini banyak digunakan metode seismic, namun dalam kondisi tertentu metode gravity masih tetap digunakan dan dibutuhkan. Hal ini didukung dengan adanya peningkatan ketelitian pengukuran medan gravity yang saat ini telah mencapai 1 microGall dan pengukuran tinggi dalam orde mm maka aplikasi metode microgravity terus berkembang. Respon gravity akibat perubahan densitas yang kecil dan anomaly yang kecil dapat terukur oleh gravimeter. Gravity yang pada awalnya digunakan untuk: studi geodinamika, identifikasi cekungan dan basement pada eksplorasi hydrocarbon, identifikasi model sistem panasbumi, dan studi gunung api, pada saat ini terus berkembang digunakan untuk studi geoteknik dan untuk monitoring proses eksploitasi hydrocarbon dan panasbumi, serta untuk mitigasi kebencanaan seperti: pemantauan subsidence dan pemantauan pergerakan sesar sebagai sumber gempabumi.

Penerapan metode gravity untuk eksplorasi hydrocarbon telah digunakan sejak tahun 1901 untuk eksplorasi hydrocarbon di daerah Danau Frozen Balaton, tahun 1916

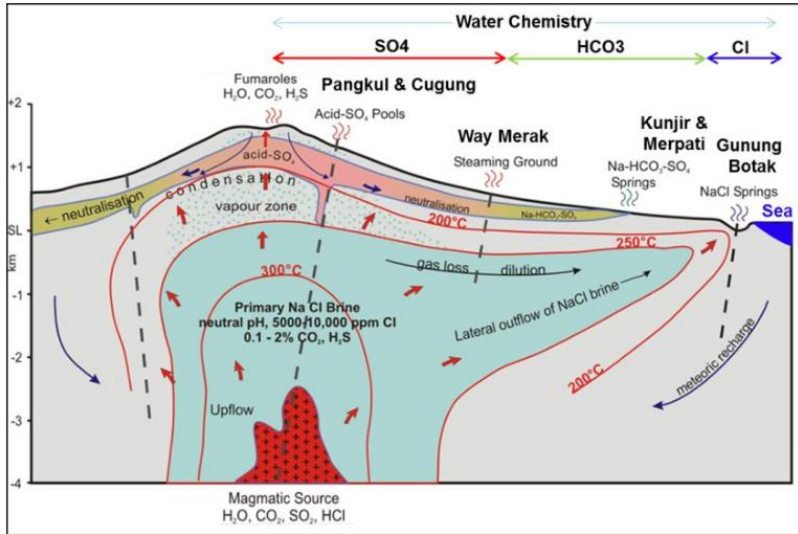
sukses menemukan lapangan hydrocarbon di Gbely, Slovakia, tahun 1928 sukses dalam menentukan lapangan hydrocarbon di Nast Dome - Texas, dan tahun 1932 sukses untuk eksplorasi hydrocarbon di Cleveland oil field Texas (Szabo, 1988).

Di Indonesia penggunaan metode gravity sudah dilakukan sejak tahun 1926 oleh Vening Meinesz, seorang geofisikawan dan pakar geodesi berkebangsaan Belanda yang melakukan pengukuran gravity disepanjang pantai Barat Sumatera – pantai Selatan Jawa sampai Nusa Tenggara Timur, yang bertujuan untuk studi geodinamika dalam identifikasi zona subduksi (Vening-Meinesz, 1932).

Terapan metode gravity untuk eksplorasi – eksploitasi sumber daya alam dan untuk mitigasi terus berkembang, karena didukung oleh peningkatan resolusi dan ketelitian dari gravimeter yang saat ini mencapai orde 1 microgall, sehingga respon anomali gravity kecil akibat model struktur yang kecil dan dalam dapat dideteksi atau diukur dengan gravimeter yang ada.

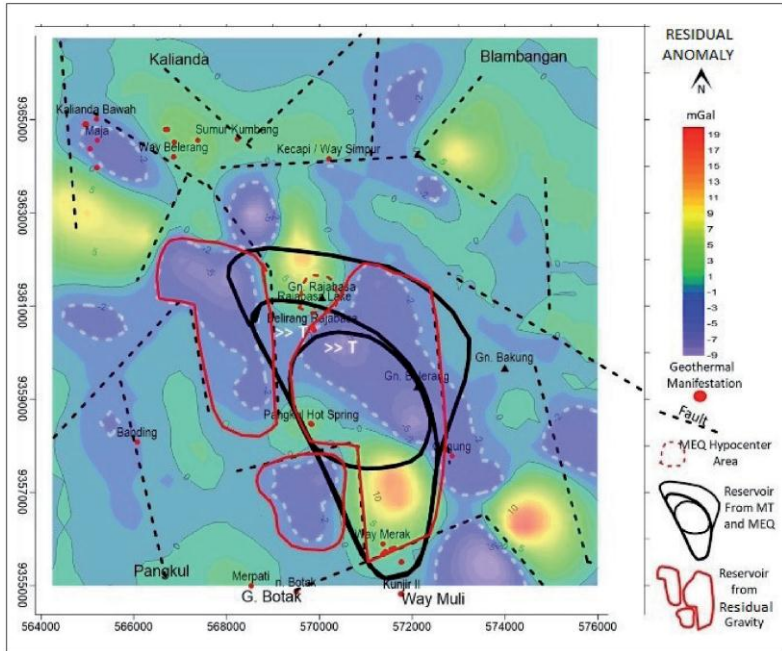
3. Metode gravity untuk eksplorasi potensi panasbumi

Eksplorasi sumberdaya alam panasbumi dilakukan untuk mendapatkan model sistem panasbumi. Sistem panas bumi terdiri dari: sumber panas yang menjadi sumber pemanas dari sistem panasbumi, reservoir sebagai tempat terakumulasinya fluida panas, lapisan penutup (*cuprocks*) sebagai pembatas agar fluida panas tidak keluar ke permukaan, dan struktur patahan yang menjadi zona recharge ataupun pembatas dari prospek reservoir panasbumi (**Gambar 2**)



Gambar 2. Skematik model sistem panasbumi dan keberadaan manifestasi di daerah prospek panasbumi Rajabasa – Lampung Selatan (Mussofan *et.all*, 2015).

Sebagai contoh terapan metode gravity untuk eksplorasi panasbumi, telah dilakukan penelitian di daerah panasbumi Rajabasa Lampung Selatan. Penelitian gravity di dilakukan tahun 1991 (Buyung and Walker, 1991). Peta anomali gravity residual yang *dioverlay*: struktur hasil identifikasi gradient gravity, data geologi, distribusi lokasi MEQ dan prospek lokasi reservoir dari metode MT dan MEQ ditunjukkan pada **Gambar 3** (Sarkowi dan Wibowo, 2021, Mussofan *et.all*, 2016; Nandi *et.all*, 2014; Daruwati, 2014,; Bronto *et.all*, 2012).

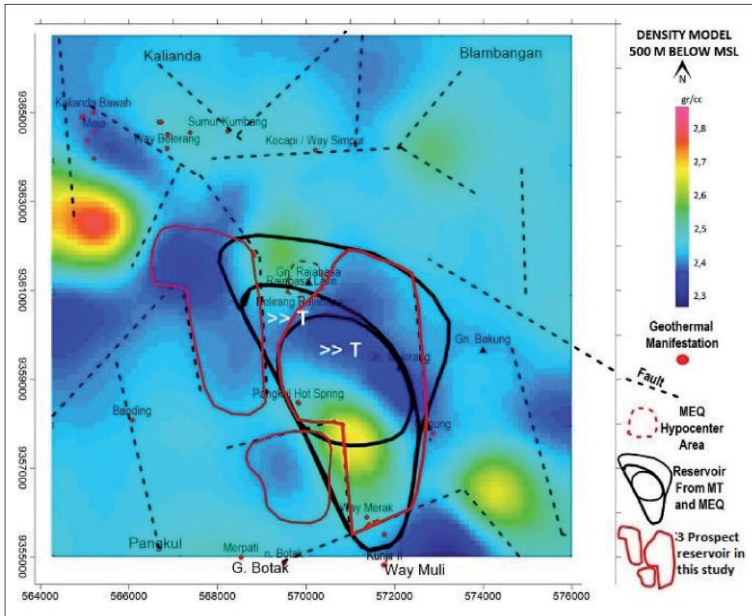


Gambar 3. Peta anomali gravity residual yang dioverlay dengan lokasi MEQ dan struktur sesar hasil analisa gradient (Sarkowi dan Wibowo, 2021).

Untuk mendapatkan model distribusi densitas bawah permukaan maka anomali gravity tersebut dilakukan pemodelan baik inversi atau forward baik 2D, $2\frac{1}{2}$ D, atau 3D (Adhi *et.all.*, 2018; Witter *et.all.*, 2016). Model distribusi densitas pada kedalaman 500 meter dibawah muka laut hasil pemodelan inversi 3D anomali gravity ditunjukkan pada **Gambar 4.**

Berdasarkan model distribusi densitas bawah permukaan pada kedalaman 500 dibawah MSL yang dioverlay dengan keberadaan sesar, lokasi MEQ, dan lokasi reservoir dari MT dan MEQ menunjukkan bahwa lokasi prospek

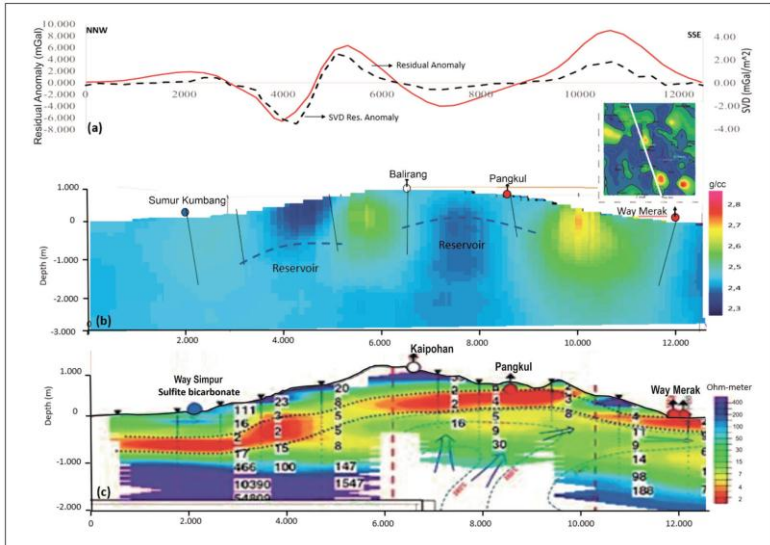
reservoir panasbumi Rajabasa berada daerah gunung Balerang. Hal ini didukung oleh beberapa parameter fisis di daerah tersebut, yaitu: daerah tersebut memiliki densitas rendah, suhu tinggi, dan hypocenter MEQ berada di daerah tersebut.



Gambar 4. Model distribusi model densitas bawah permukaan pada kedalaman 500 dibawah MSL yang dioverlay dengan keberadaan sesar, lokasi MEQ, dan lokasi reservoir dari MT dan MEQ (Sarkowi dan Wibowo, 2021).

Gambar 5 menunjukkan model penampang distribusi densitas bawah permukaan yang dikomparasi dengan model resistivitas dari data MT (Sarkowi and Wibowo, 2021., Saefulhak, 2017). Hasil studi gravity pada lapangan panasbumi Rajabasa menunjukkan bahwa metode gravity dapat mengidentifikasi lokasi reservoir, heatsource dan struktur

patahan dari sistem panasbumi Rajabasa, sedangkan untuk identifikasi keberadaan lapisan penutup (*cuprock* dapat diidentifikasi dari data resistivitas).



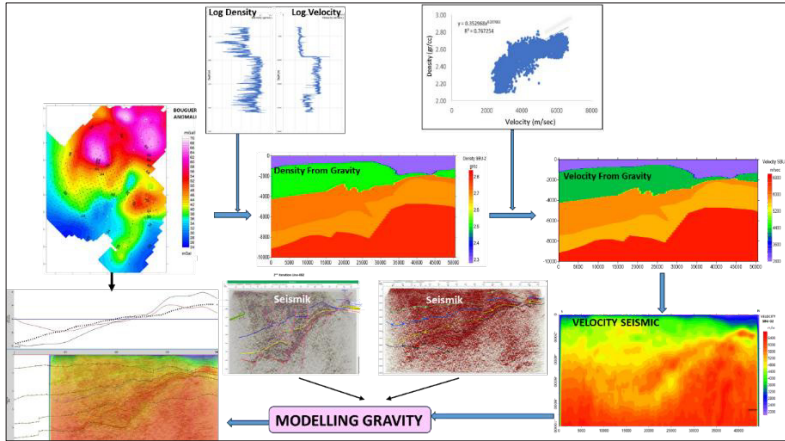
Gambar 5. Menunjukkan model penampang distribusi densitas bawah permukaan yang dibandingkan dengan model resistivitas dari data MT (Sarkowi and Wibowo, 2021; Saefulhak, 2017).

4. Metode gravity untuk eksplorasi hydrocarbon

Potensi hydrocarbon di Indonesia masih cukup besar untuk dikembangkan, setidaknya terdapat 128 cekungan yang ada dengan rincian: 20 cekungan sudah berproduksi, 8 cekungan sudah dibor namun belum berproduksi, 19 cekungan indikasi menyimpan hidrokarbon, 13 cekungan *dry hole*, 8 cekungan belum dilakukan pengeboran (Kementerian ESDM, 2022). Meskipun potensi hydrocarbon cukup besar, namun ketergantungan Indonesia terhadap impor minyak mentah

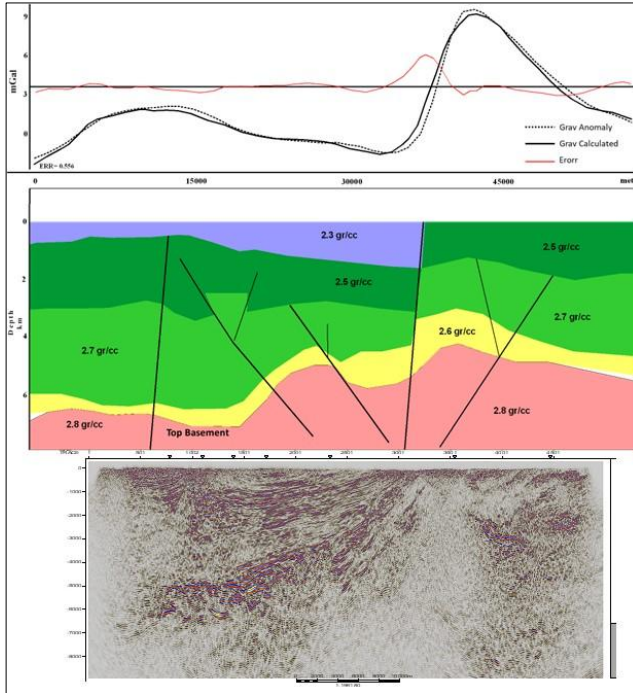
dari luar negeri masih cukup tinggi, yang terlihat dari adanya kesenjangan (*gap*) yang semakin jauh antara realisasi produksi nasional dengan konsumsi yang ada di dalam negeri. Produksi minyak nasional saat ini berkisar di level 630 ribu barel per hari (bph), sementara konsumsi minyak mentah dalam negeri mencapai 1,4 juta barel per hari.

Harus ada upaya untuk melakukan peningkatan produksi hydroarbon dengan melakukan eksplorasi menggunakan terobosan teknologi dan integrasi beberapa metode eksplorasi. Salah satu upaya yang penulis lakukan adalah dengan melakukan integrasi pengolahan data gravity dengan data seismik untuk mengidentifikasi struktur bawah permukaan berpotensi hydrocarbon yang rumit dan kompleks (**Gambar 6**). Pada daerah dengan struktur geologi dimana dibagian atas terdapat lapisan batubara yang cukup tebal kadang seismik tidak dapat memberikan citra model bawah permukaan yang baik khususnya dibagian dalam kadang basement tidak dapat terdeteksi dengan jelas, sehingga diperlukan integrasi dengan metode gravity untuk menentukan kedalaman dan konfigurasi basement.



Gambar 6. Integrasi metode gravity – seismik – data log sumur untuk identifikasi struktur bawah permukaan berpotensi hydrocarbon.

Contoh integrasi metode gravity dengan metode seismik yang dipandu data log sumur dalam mengidentifikasi struktur bawah permukaan berpotensi hydrocarbon ditunjukkan pada **Gambar 7**. Hasil analisa integrasi metode gravity dengan metode seismik yang diikat dengan data log sumur menunjukkan bahwa konfigurasi basemen dan struktur bawah permukaan dapat diidentifikasi dengan baik. Dari hasil tersebut dapat ditentukan bagaimana model pengendapan, migrasi dan keberadaan potensi hydrocarbon.

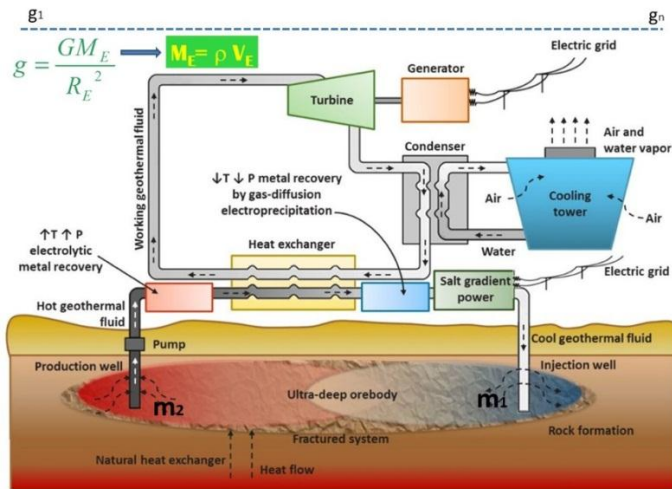


Gambar 7. Hasil pemodelan anomaly gravity yang diintegrasikan dengan model seismic yang dipandu dengan data log sumur dalam mengidentifikasi struktur bawah permukaan berpotensi hydrocarbon.

5. Metode Microgravity untuk Pemantauan Proses Eksploitasi panas bumi.

Energi panas bumi merupakan salah satu sumber energi bersih dan terbarukan. Kita sangat bersyukur karena Indonesia memiliki potensi panas bumi terbesar di dunia, yaitu sebesar 28.170 Mwe (Saefulhak, 2017). Provinsi Lampung sendiri memiliki potensi sebesar 2900 Mwe, namun yang sudah dimanfaatkan baru di panas bumi Ulubelu dengan kapasitas 220 Mwe. Pemanfaatan energi panas bumi menjadi

listrik secara skematik model ditunjukkan pada **Gambar 8**. Dimana terjadi produksi uap (brine) dari reservoir panasbumi melalui sumur produksi yang dialirkan ke turbin untuk menggerakkan turbin dan generator sehingga menghasilkan listrik. Uap (brine) yang keluar dari turbin selanjutnya akan diinjeksikan lagi ke reservoir panasbumi melalui sumur injeksi. Proses produksi uap (brine) menyebabkan fluida pada reservoir akan berkurang (terjadi penurunan massa atau densitas) yang akan menyebabkan penurunan nilai gravity di permukaan. Sedangkan pada daerah sekitar sumur injeksi akan terjadi penambahan fluida yang menyebabkan masa atau densitas di reservoir sekitar sumur injeksi meningkat. Peningkatan jumlah massa fluida ini menyebabkan nilai gravity di atasnya akan meningkat.



Gambar 8. Skematik model Pemanfaatan energi panasbumi menjadi listrik yang akan menyebabkan perubahan jumlah fluida pada reservoir dan perubahan nilai gravity terukur di permukaan.

Perubahan nilai gravity dipermukaan akibat proses produksi uap (brine) dan injeksi fluida pada reservoir mempunyai nilai yang sangat kecil (< 100 microgall), sehingga dibutuhkan peralatan gravimeter yang sangat teliti dan prosedur pengukuran yang khusus agar mendapatkan nilai gravity yang teliti (1 microgall). Atas dasar itulah berkembang metode microgravity yang digunakan untuk mendeteksi keberadaan model struktur bawah permukaan yang kecil, ataupun perubahan densitas bawah permukaan khususnya di reservoir akibat proses eksploitasi.

Metode microgravity berdasarkan adanya perubahan medan gravitasi di permukaan akibat adanya perbedaan densitas atau struktur di bawah permukaan, Disamping perubahan densitas, medan gravitasi yang terukur juga sangat dipengaruhi oleh ketinggian titik pengukuran, sehingga dalam metode microgravity diperlukan juga pengukuran posisi dan ketinggian yang teliti.

Anomali *Timelapse* microgravity akibat proses dinamika dibawah permukaan dapat dihitung dari persamaan anomali gravity (Sarkowi, 2007), yaitu:

$$\Delta g(x, y, z, \Delta t) = \Delta g(x, y, z, t_2) - \Delta g(x, y, z, t_1)$$
$$\Delta g(x, y, z, \Delta t) = (g_{obs(2)} - g_{obs(1)}) - (g_{(\phi_2)} - g_{(\phi_1)}) + (0,308765 - 0.04193\rho)(h_2 - h_1) + C_3(\Delta h_2 - \Delta h_1)$$

dengan :

- $\Delta g(x,y,z,\Delta t)$: anomali *timelapse* microgravity
- $\Delta g(x,y,z,t_1)$: anomali gravity periode pertama,
- $\Delta g(x,y,z,t_2)$: anomali gravity periode kedua,
- $g_{obs(1)}$: gravity observasi pengukuran periode pertama,

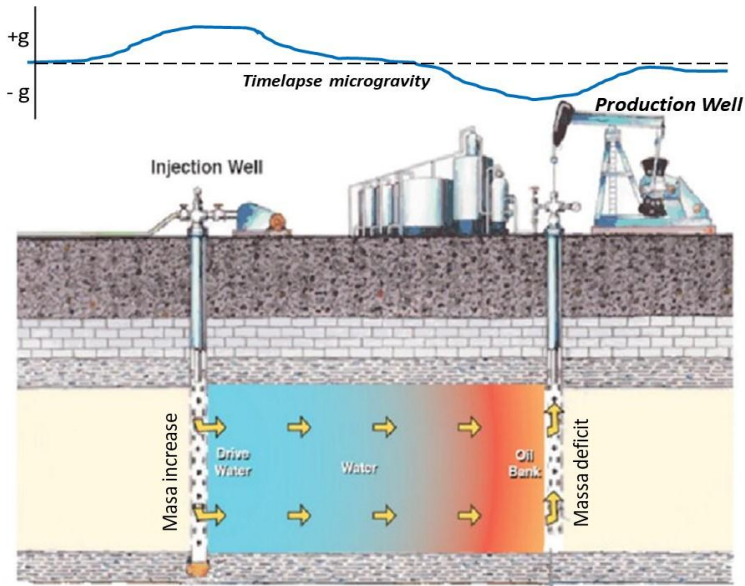
- $g_{\text{obs}(2)}$: gravity observasi pengukuran periode kedua,
 $g_{(\varphi_1)}$: gravity teori pada lintang φ_1 pengukuran -1,
 $g_{(\varphi_2)}$: gravity teori pada lintang φ_1 pengukuran -2,
 h_1 : tinggi titik amat pengukuran periode pertama,
 h_2 : tinggi titik amat pengukuran periode kedua,
 Δh_1 : beda tinggi dengan topografi sekeliling pada pengukuran-1,
 Δh_2 : beda tinggi dengan topografi sekeliling pada pengukuran-2,

Sebagai case study telah dilakukan penelitian microgravity untuk pemantauan eksplotasi panasbumi pada lapangan Kamojang Jawa Barat tahun 2016 dan 2018. Selama proses produksi eksploitasi fluida dari reservoir panasbumi periode 2016 – 2018 tentunya sudah terjadi pengurangan fluida yang cukup besar pada reservoir panasbumi tersebut. Disamping itu akibat pengambilan fluida pada reservoir pada waktu yang lama juga akan terjadi penurunan tanah di daerah tersebut yang akan menyebabkan terjadi perubahan nilai microgravity yang terukur. Sehingga pada proses pengolahan data microgravity harus dipertimbangkan koreksi dari penurunan tanah. Peta anomali *timelapse* microgravity akibat proses produksi uap dan injeksi air pada panasbumi Kamojang tahun 2016 - 2018 ditunjukkan pada **Gambar 9** (Dwikorianto, *et.all.*, 2018).

Metode microgravity dapat memantau efektifitas dari proses produksi fluida dan injeksi fluida pada reservoir panasbumi. Kita dapat mengetahui daerah pengurangan fluida yang terjadi akibat proses produksi fluida dari sumur produksi dan pergerakan fluida injeksi dari sumur injeksi, apakah injeksi mengisi zona reservoir panasbumi yang diharapkan atau malah bergerak ke tempat lain.

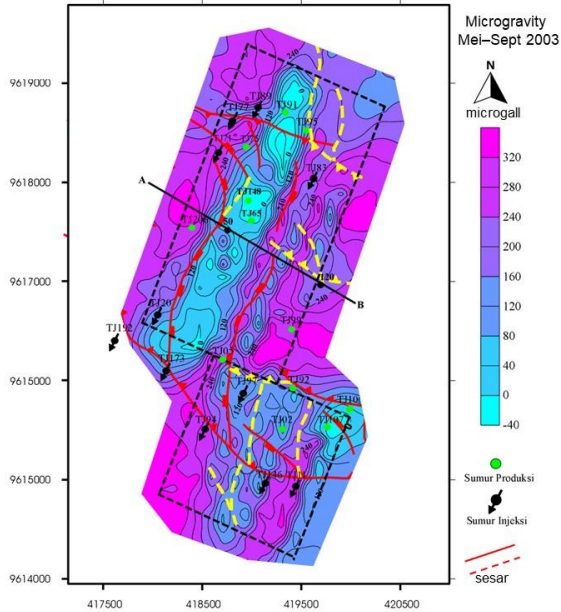
6. Metode Microgravity untuk Pemantauan Proses Eksploitasi Hydrocarbon.

Proses eksploitasi hydrocarbon dilakukan dengan memproduksi hydrocarbon dari reservoir melalui sumur produksi. Seiring berjalannya waktu produksi hydrocarbon dari reservoir akan mengalami penurunan sehingga harus dilakukan *Enhace Oil Recovery* untuk menjaga agar produksi minyak dapat ditingkatkan atau stabil tidak terjadi penurunan produksi. *Enhace Oil Recovery* dilakukan dengan melakukan proses injeksi fluida (air, uap, atau surfaktan) dengan tujuan agar minyak yang masih tersisa pada reservoir dapat diambil melalui sumur produksi. **(Gambar 10)**. Proses injeksi harus dipantau dengan tujuan untuk mengetahui apakah fluida injeksi bergerak/menyapu hydrocarbon pada reservoir kearah sumur produksi atau tidak, sehingga efektifitas proses produksi minyak dan injeksi fluida dapat tercapai.



Gambar 10. Skematik model proses injeksi fluida dan produksi hydrocarbon pada reservoir (Kułynych and Janowski . 2017).

Terapan metode microgravity untuk memantau proses Enhace Oil Recovery pada lapangan Talang Jimar Prabumulih Sumatera Selatan sejak tahun 2002. **Gambar 11** menunjukkan hasil anomali *timelapse* microgravity akibat proses produksi hydrocarbon dan injeksi air pada lapangan minyak Talang Jimar Prabumulih Sumatera Selatan.



Gambar 11. Peta anomali timelapse microgravity lapangan Talang Jimar periode Mei – September 2023, yang dioverlay dengan: keberadaan sumur produksi, sumur injeksi dan stuktur sesar di daerah tersebut (Santoso *et.all.*, 2007).

Anomali timelapse microgravity pada lapangan minyak Talang Jimar menunjukkan adanya daerah dengan anomali negative di bagian tengah memanjang dari Baratdaya – Timur Laut yang berkorelasi dengan keberadaan sumur produksi di daerah tersebut, sehingga anomali negative ini disebabkan oleh proses produksi hydrocarbon. Sedangkan anomali positif di sebelah kanan kirinya berhubungan dengan aktifitas injeksi air di daerah tersebut.

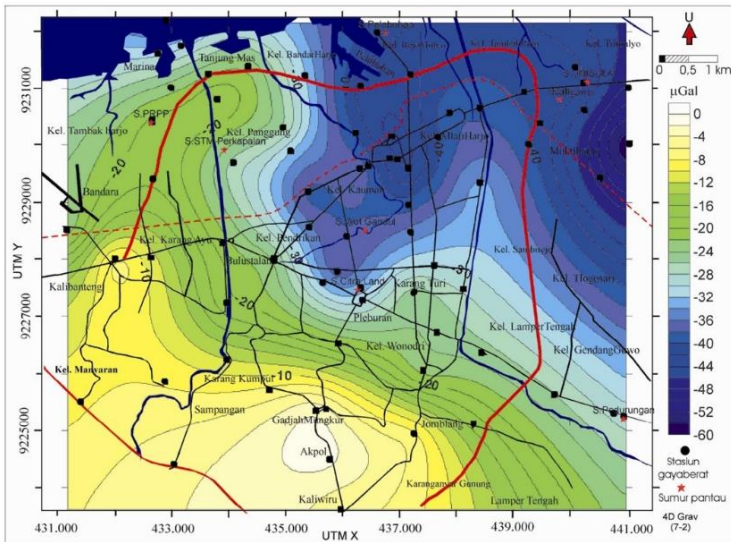
Pemantauan dinamika daerah pengurasan hydrocarbon pada reservoir dan pergerakan fluida injeksi pada reservoir sangat penting untuk mengetahui apakah proses injeksi yang dilakukan sesuai tujuan yang dilakukan. Injeksi diharapkan dapat: menyapu hydrocarbon yang ada di reservoir untuk bergerak kearah sumur produksi sehingga produksi minyak akan terus terjaga.

7. Metode Microgravity untuk Pemantauan Pengurangan Air Tanah dan Land Subsidence.

Land Subsidence atau penurunan muka tanah merupakan suatu proses gerakan penurunan muka tanah yang diakibatkan oleh berbagai faktor, seperti: pengambilan air tanah yang berlebihan, kompaksi akibat pembebanan bangunan, faktor geologi dan lain-lain. *Land Subsidence* merupakan fenomena umum yang terjadi di kota kota besar khususnya di dataran pantai utara jawa seperti: Jakarta, Pekalongan dan Semarang. Pemerintah sudah mengupayakan berbagai cara pengendalian dan pencegahan agar *land subsidence* tidak terjadi atau dapat dikurangi, diantaranya pengendalian pengambilan air tanah berdasarkan kondisi zona konservasi air tanah (Ramadhan *at.all.*, 2021.)

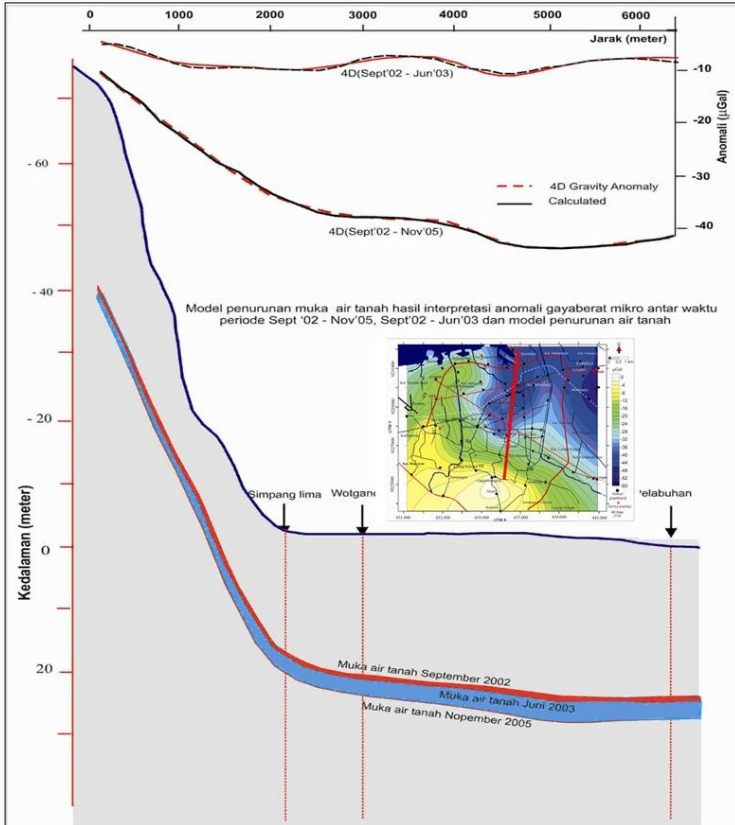
Upaya pengendalian air tanah harus diikuti monitoring perubahan kedalaman muka air tanah, baik melalui sumur pantau atau menggunakan metode microgravity. Pemantauan kedalaman muka air tanah di Indonesia sudah dimulai sejak tahun tahun 1900 di kota Semarang sampai sekarang. Sarkowi, 2007 telah melakukan penelitian microgravity di Kota Semarang tahun 2002 – 2005 dengan tujuan untuk mengetahui perubahan kedalaman muka air tanah dan *land subsidence*. Peta anomali *timelapse microgravity* kota

Semarang Sept' 2002 – Nov' 2005 ditunjukkan pada **Gambar 12**.



Gambar 12. Peta Anomali *timelapse microgravity* kota Semarang periode September 2002 – November 2005 (Santoso *et.al.*., 2007., Sarkowi. 2007).

Hasil pemodelan dan analisa anomali *timelapse microgravity* kota Semarang periode September 2002 – November 2005 menunjukkan adanya penurunan muka air tanah di daerah tersebut. Penurunan muka air tanah ini menjadi penyebab utama dari proses *subsidence* di kota Semarang (**Gambar 13**).



Gambar 13. Model perubahan kedalaman muka air tanah di kota Semarang periode September 2002 – Juni 2003 – November 2005 (Kadir WGA, *et.all.*, 2004, Santoso *et.all.*, 2007., Sarkowi. 2007).

Penelitian microgravity di kota Semarang menunjukkan bahwa proses *land subsidence* yang terjadi disebabkan penuruanan muka air tanah akibat pengambilan air tanah yang berlebihan. Untuk itu perlu adanya regulasi aturan dan penyediaan air oleh pemerintah agar masyarakat tidak mengambil air tanah secara berlebihan.

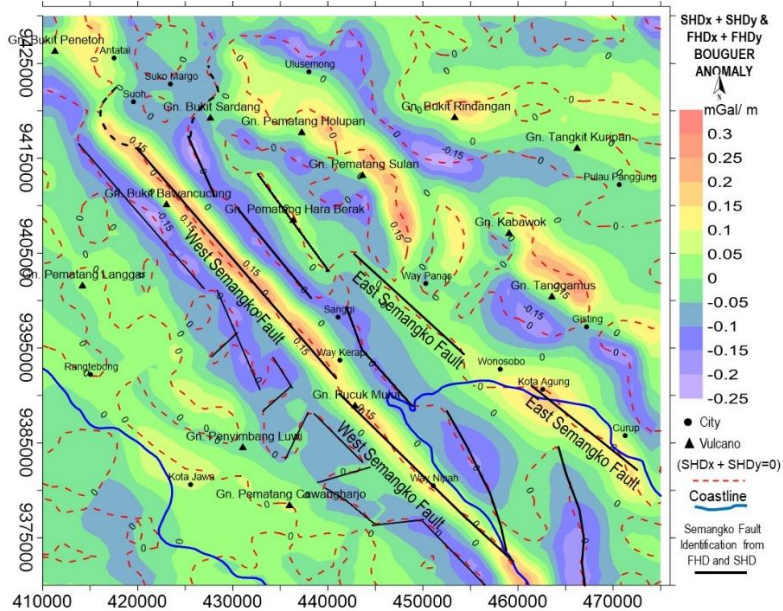
8. Microgravity untuk mitigasi.

Mitigasi adalah serangkaian upaya untuk mengidentifikasi bencana dan mencegah risiko bencana dengan melakukan kesiapan, kesadaran, dan perencanaan penanggulangan. Mitigasi dibuat karena letak geografis di Indonesia yang rawan bencana alam dan untuk meminimalisir resiko dari bencana. Mitigasi yang dimaksud disini adalah mitigasi yang berkaitan dengan bencana kebumihan dan geologi seperti: mitigasi bencana gempabumi akibat pergerakan lempeng bumi, mitigasi bencana letusan gunung api, mitigasi bencana subsidence yang sering terjadi di daerah kota kota besar yang berada di dataran aluvium dekat dengan pantai.

Dalam orasi ini akan ditunjukkan bagaimana metode microgravity ini digunakan untuk mengidentifikasi potensi lokasi bencana gempabumi yang diakibatkan oleh pergerakan sesar Semangko segmen Lampung. Pergerakan lempeng Indo-Australia yang menunjam kelempeng Asia menyebabkan terjadi pergerakan sesar-sesar di atasnya tidak terkecuali sesar Semangko yang membentang dari Lampung – Aceh (Sieh & Natawidjaja, 2000). Tercatat gempabumi besar telah terjadi khususnya di Lampung tahun 1994 yang telah menimbulkan korban jiwa dan harta sangat banyak. Untuk itu perlu adanya upaya untuk mengidentifikasi keberadaan dan aktifitas dari sesar tersebut. Upaya identifikasi sesar dapat dilakukan dengan menggunakan metode gravity.

Sarkowi *et.al.*, (2022), telah melakukan penelitian yang berkaitan dengan identifikasi keberadaan sesar dan aktifitas tektonik yang telah terjadi di daerah Sesar Semangko segmen Lampung dengan menggunakan metode gravity. Identifikasi keberadaan sesar dilakukan dengan melakukan analisa gradient horisontal orde-1 dan orde-2 dari anomali gravity.

Peta anomali Gravity daerah sesar Semangko segmen Lampung yang dioverlay dengan struktur sesar yang diturunkan dari analisa gradient horisontal orde-1 dan orde-2 ditunjukkan pada **Gambar 14**.



Gambar 14 . Peta anomali gravity daerah sesar Semangko segmen Lampung yang dioverlay dengan struktur sesar yang diturunkan dari analisa gradient horisontal.

Berdasarkan hasil analisa gradient anomali gravity menunjukkan adanya sesar Semangko Barat dan sesar Semangko Timur yang bersesuaian dengan sesar yang diturunkan analisa geologi (Amin., *et.all.*, 1994) dan SRTM (Alif., *et.all.* 2020). Keberadaan sesar-sesar Semangko yang merupakan sesar aktif ini dapat menjadi sumber penyebab gempa bumi di daerah tersebut.

Ketua Senat, Rektor beserta jajaran dan Hadirin yang saya hormati.

PENUTUP

Prospek Masa Depan

Dengan adanya peningkatan ketelitian, reliabilitas dan kehandalan dari gravimeter yang ada sekarang ini, penulis meyakini bahwa kedepan terapan metode microgravity khususnya untuk pemantauan perubahan perubahan densitas dibawah permukaan akan banyak digunakan. Perubahan densitas tersebut akibat: eksploitasi panasbumi, eksploitasi hydrocarbon, eksploitasi air tanah, carbon storage, dan lain-lain.

Potensi panasbumi di Indonesia yang mencapai 28.170 Mwe harus dimanfaatkan mengingat saat ini yang dimanfaatkan baru 7 %. Sebagai sumber energi terbarukan dan ramah lingkungan penulis yakin bahwa kedepan pemanfaatan potensi panasbumi untuk listrik semakin meningkat. Proses produksi uap dan injeksi fluida pada reservoir panasbumi harus dipantau agar proses produksi uap dan injeksi berjalan dengan efektif dan efisien. Tentunya kedepan terapan metode mucrigravity untuk pemantauan eksploitasi panasbumi akan semakin meningkat.

Proses eksploitasi hydrocarbon yang cenderung menurun harus dilakukan kegiatan *enhance oil recovery* (EOR). Proses EOR yang dilakukan dengan melakukan injeksi fluida ke reservoir bertujuan untuk menggiring minyak yang masih

tersisa di reservoir mengalir ke sumur produksi. Tentunya proses injeksi fluida dan produksi hydrocarbon harus dipantau agar tujuan dari EOR dapat tercapai.

Perubahan iklim yang terjadi sekarang ini salah satunya disebabkan oleh peningkatan jumlah CO₂ yang dilepaskan dari industry, pembangkit listrik tenaga batubara, serta dari emisi kendaraan bermotor. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi emisi CO₂, dengan melakukan teknologi *Carbon Cupture Storage* (CCS), yaitu: CO₂ yang dikeluarkan dari pembangkit listrik batubara atau dari industry disimpan/ dimasukkan ke reservoir bawah tanah. Namun proses memasukkan CO₂ ke reservoir harus dipantau dengan baik agar CO₂ tidak keluar dari reservoir ke permukaan. Salah satu metode yang dapat di terapkan adalah dengan metode *microgravity* yang biayanya relative murah bila dibandingkan dengan metode seismik.

Disamping itu sebagai negara yang menyimpan potensi bencana gempabumi yang sangat besar, maka identifikasi sesar dan dinamikanya harus diidentifikasi dan dipantau dengan baik sebagai upaya mitigasi bencana gempabumi.

Semoga penulis diberikan kesehatan, kesempatan untuk terus mengabdikan dan mengembangkan metode *microgravity* guna eksplorasi – eksploitasi sumberdaya alam dan mitigasi.....
Aamiin

Ketua Senat, Rektor beserta jajaran dan Hadirin yang saya hormati,

UCAPAN TERIMA KASIH

Sebelum mengakhiri pidato ini, izinkanlah saya menghaturkan terima kasih yang setulus-tulusnya kepada pihak institusi, rekan kerja, keluarga besar, sahabat, serta berbagai pihak yang selama ini telah memberikan dukungan kepada saya hingga saya memperoleh Amanah sebagai Guru Besar. Tanpa jasa dan peran mereka, tidak akan tercapai dan hanyalah sebuah mimpi. Mimpi itu menjadikan sebuah cita-cita, cita-cita mengubah menjadi fantasi, fantasi menjadi sebuah fakta. Mereka adalah kekuatan yang menyingkirkan kelemahan, semangat yang membunuh kemalasan, dan keberanian yang menghapus ketakutan.

Rahmat dan nikmat yang saya dapatkan hingga detik ini semuanya merupakan ketetapan dan pemberian dari Allah SWT dan berkat bantuan merekalah yang luar biasa sehingga pada kesempatan yang berbahagia ini perkenankanlah saya secara khusus menghaturkan terimakasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada:

1. Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi Republik Indonesia yang telah menyetujui pengusulan guru besar saya.
2. Plt. Direktur Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset, dan Teknologi Prof. Ir. Nizam, M.Sc., DIC., Ph.D, yang telah menyetujui Penilaian Angka Kredit (PAK) jabatan guru besar saya,

3. Direktur Sumber Daya, Dr. Mohammad Sofwan Effendi, M.Ed yang telah memproses usulan guru besar.
4. Rektor Universitas Lampung Prof. Dr. Ir Lusmeilia Afriani, D.E.A., IPM, ASEAN ENG
5. Wakil Rektor Bidang Akademik, Dr. Eng. Suripto Dwi Yuwono, S.Si., M.T.
6. Wakil Rektor Bidang Umum dan Keuangan , Prof. Rudy, S.H., LL.M., LL.D.
7. Wakil Rektor Wakil Rektor Bidang Kemahasiswaan dan Alumni, Dr. Anna Gustina Zainal, S.Sos., M.Si.
8. Wakil Rektor Bidang Perencanaan, Kerja Sama dan TIK (PKTIK), Dr. Ayi Ahadiat, S.E., MBA.
9. Ketua LP2M, Dr. Habibullah Jimad, S.E., M.Si.
10. Dekan Fakultas Teknik, Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc
11. Wakil Dekan Bidang Akademik dan kerjasama, Dr. Muhammad Irsyad, S.T., M.T.beserta Staf.
12. Wakil dekan bidang umum dan keuangan, Vera Agutriana Noorhidana, S.T., M.T., Ph.D beserta Staf.
13. Wakil dekan bidang kemahasiswaan dan alumni, Dr. Eng. Ageng Sadnowo Repelianto, S.T., M.T. beserta Staf.
14. Terimakasih dan hormat saya sampaikan kepada Prof. Dr. Ir. Djoko Santoso, M.Sc., IPU, atas bimbingan dan bantuannya yang tidak bisa kami sampaikan dalam kata kata, semoga Gusti Allah yang akan membalas budi baik kepada Bapak sehat selalu Prof.
15. Terimakasih dan hormat saya sampaikan kepada Rektor Universitas Pertamina, Prof. Dr. Ir. Wawan Gunawan, M.S, atas bimbingan mulai dari S2 sampai S3, bantuan dan kerjasama penelitian dengan industry pertambangan dan migas.

16. Para Guru Besar lingkungan Universitas Lampung yang telah membantu dan mensupport yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu.
17. Terimakasih kepada Kepala Biro Umum dan Kepegawaian Universitas Lampung, Ida Ropaida, SE, MM beserta tim terkhusus kepada Team Kepegawaian telah membantu pengusulan jabatan guru besar hingga saat ini.
18. Terimakasih untuk seluruh Dosen dan Tenaga Kependidikan terutama di lingkungan Teknik.
19. Ketua Jurusan Teknik Geofisika Karyanto, S.Si, MT beserta para dosen di lingkungan Jurusan Teknik Geofisika.
20. Istriku tersayang, yang selalu mensupport mulai dari perjuangan menempuh studi S3 sampai proses guru besar yang tiada hentinya mendoakan dan semoga kita dapat terus membina keluarga yang sakinah mawadah warohmah.
21. Terimakasih teruntuk anak-anak serta menantu tersayang: Widya Khairunisa Sarkowi, Syfa Nazwa Amanda Sarkowi, Gilang yang telah memberikan dukungan dan doa. Selamat berjuang anaku Widya dan Gialng menempuh studi S2 di Inggris, dan kepada Syfa teruslah berjuang mencapai harapan dan cita cita.
22. Terimakasih untuk keluarga besar besan di Bogor: Pak Lucky, Ibu Vivi, Fathan, abang Haidar
23. Terimakasih kakak dan adik adiku: Mas Muh, Dodo, Sri, Anik, Mad, Yayuk, Asep, Cuncun, Fera
24. Terimakasih ke Mamak, Nanik, Dery, Shanum, dan si kecil Rasya
25. Terima kasih pada Almarhumah Ibu Sri Lestariya , Pak Eye Susilo dan Ibu Nur ...sebagai mertua dan sekaligus orang

tua kami atas kasih saya dan do'a do'anya demi kesuksesan dan kebahagiaan anak anaknya

26. Terakhir wabil khusus matur nuwun kagem Almarhum Bapak Cokro Mikarto dan Almarhumah Ibu Saminten, yang dengan kasih sayang merawat dan terus mendoakan untuk kesuksesan anak anaknya....meskipun dalam kondisi sakit. *Pak'e – Mbok'e ...anakmu Kowi wis dadi professor ...muga muga anak anakmu isoh dadi anak sing soleh kabeh mendoakan setiap shalat dan bersedekah. Muga muga pahala terus ngalir kanggo Pek'e lan Mbok'e....Aamiin.*

27. Terakhir saya mengucapkan terima kasih dan penghargaan kepada semua pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu atas dukungan moril dan materi serta

kerjasama yang baik selama saya berkarir sebagai dosen hingga sampai saat ini. Semoga Allah SWT membalas kebaikan jasa-jasa Ibu, Bapak, Saudara yang mengangkat derajat kita semua menuju kedudukan yang lebih tinggi sebagai manusia yang beriman dan berilmu pengetahuan. Semoga pidato ini dapat memberikan inspirasi dan manfaat untuk hadirin sekalian. Jika terdapat kekurangan dalam penyampaiannya saya haturkan maaf sebesar-besarnya, terima kasih.

Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.
Bandar Lampung, Oktober 2023

REFERENSI

- Adhi A, Wahyudi, Suryanto W, dan Sarkowi. 2018. GRAV3D Validation using Generalized Cross- Validation (GCV) Algorithm by Lower Bounds Approach for 3D Gravity Data Inversion. *Scientific Journal of Informatics*, Vol. 5, No. 2, Nov 2018.
- Alif S.M., Fatah E.I, and Kholil M., 2020. Geodetic slip rate and locking depth of east Semangko Fault derived from GPS measurement *Geodesy and Geodynamics Volume 11, Issue 3, May 2020, p. 222-228*
- Amin, T.C., Sidarto, Santosa & Gunawan, W., 1994. *Geologi Lembar Peta Kotaagung, Sumatera. P3G, Bandung*
- Bronto, S., Asmoro, P., Hartono, G., Sulistiyono, 2012. Evolution of Rajabasa Volcano in Kalianda Area and Its Vicinity , South Lampung Regency. Indonesia. *J. Geosci.* 7, 11–25.
- Buyung, N., Walker, A.S.D., 1991. *Laporan Penyelidikan Geofisika Gunung Rajabasa.*
- Comins, N.F., and Kaufmann, W. J. (2008). *Discovering the Universe: From the Stars to the Planets.* W. H. Freeman.
- Daruwati, I.K.A., 2014. Fault Modelling Based on Local Magnetic Anomaly Data in Geothermal Prospect Area Rajabasa Lampung, in: *Proceedings of The 4th Annual*

- International Conference Syiah Kuala University (AIC Unsyiah) 2014. Banda Aceh, pp. 72–78.
- Dwikorianto T, Hendriansyah T, Sastranegara R. M. T and Nugroho S.I. 2018. Evaluation study on the effect of production and fluid reinjection towards reservoir using micro gravity in Kamojang geothermal field. *Journal of Physics: Conference Series*. 1725 012077. IOP Publishing
- Haerudin, N., Wahyudi, Suryanto, W., Sarkowi, M., 2013. Analysis of The 3D Geothermal Reservoir Model from Anomaly Magnetic Data Using Mag3D, in: *The Third Basic Science International Conference*. pp. 1–5.
- Haerudin, N., Suryanto, W., Sarkowi, M., Risdianto, D., 2014. Magnetic And Gravity Modeling To Determine Reservoir Depth And Prospect Area At Rajabasa Lampung, in: *International Conference on Mathematics, Science, and Education 2014 (ICMSE 2014)*. Semarang.
- Kadir W.G.A., Santoso D., dan **Sarkowi M (2004)** : Time Lapse Vertical Gradient Microgravity Measurement for Subsurface Mass Change and Vertical Ground Movement (Subsidence) Identification, Case Study: Semarang Alluvial Plain, Central Java, Indonesia. *Proceedings of The 7th SEGJ International Symposium, Sendai-Japan 24-26 Nopember 2004* p.421-426
- Kementerian ESDM, 2022. Peta Cekungan Sedimen Indonesia.
- Kułynycz V and Janowski J. 2017. Computation of the oil recovery between waterflooding and CO₂ – EOR for the JST oil Reservoir . *AGH Drilling Oil Gas*, Vol. 34, No. 3
- Mussofan, W., Powell, T., Sutrisno, L., Sihotang, M. a, 2015. *Geochemistry Model of Chloride Springs Origin near Sea*

- Coastal Area: Case Study from Rajabasa Geothermal Field. World Geotherm. Congr. 2015
- Mussofan, W., Sutrisno, L., Ramadhan, I., Aulia, N., 2016. Geological Aspects to Constrain Geothermal Conceptual Model: Gunung Rajabasa Case Study, in: Proceedings The 4th Indonesia International Geothermal Convention & Exhibition 2016. Jakarta..
- Newton, Isaac, 1999. The Principia : mathematical principles of natural philosophy. Berkeley : University of California Press
- Ramadhan I.S., Muslim D, Zakaria Z, dan Pramudyo T., 2021. Penurunan permukaan tanah di pesisir utara Jawa, desa Bandarhardjo dan sekitarnya, kota Semarang Jawa Tengah. Padjadjaran Geosience Jurnal. Vol. 5, No. 4, Agustus 2021
- Saefulhak, Y., 2017. Potensi Panas Bumi Indonesia Jilid 1, Direktorat Panas Bumi, Ditjen EBTKE.
- Santoso D., Kadir WGA., dan **Sarkowi M.**, Adriansyah, Waluyo (2007) : Time-Lapse Microgravity Study for Reinjection Water Monitoring of Talang Jimar Field, Preview Journal, February 2007.
- Sarkowi M. 2014. Eksplorasi gayaberat . PT Graha Ilmu Pers.
- Sarkowi M., Wibowo R.C., 2021. Geothermal Reservoir Identifcation based on Gravity Data Analysis in Rajabasa AreaLampung. Indonesian Journal of Geology and Mining Vol.31, No 2, pages 77–97
- Sarkowi M., 2007. Gayaberat-mikro Antar Waktu untuk Analisa Penurunan Air Tanah “Studi Kasus Dataran Alluvial Semarang, Disertasi Institue Teknologi bandung

Prof. Dr. Ir. Muh Sarkowi, S.Si, M.Si, IPU

Vening-Meinesz, F.A. (1932). Gravity expeditions at sea 1923-1930. Vol. I. The expeditions, the computations and the results. Delft: Nederlandse Commissie voor Geodesie 3. hlm. 109.

Witter, J.B., Siler, D.L., Faulds, J.E., Hinz, N.H., 2016. 3D geophysical inversion modeling of gravity data to test the 3D geologic model of the Bradys geothermal area, Nevada, USA. Geotherm. Energy 4.

PROFIL PENULIS



Nama : Prof. Dr. Ir. Muh Sarkowi, S.Si,
M.Si, IPU

NIP : 197112101997021001

Tempat, Tgl. Lahir : Magelang, 10 Desember 1971

Jenis Kelamin : Laki laki

Agama : Islam

Pangkat/Golongan : Pembina/ IVa

Jabatan Akademik : Guru Besar

Bidang Keahlian : Teknik Geofisika

Program Studi : Teknik Geofisika

Alamat Rumah : Gg. Rajawali No. 3 Jl.
Bhayangkara Polri Rajabasa –
Rajabasa Bandar Lampung

Prof. Dr. Ir. Muh Sarkowi, S.Si, M.Si, IPU

Alamat Kantor : Jl. Prof. Dr. Sumantri
Brojonegoro No. 1, Bandar
Lampung, Lampung 35145
Nomor Telp/Hp : 081377756988
Alamat Email : muh.sarkowi@eng.unila.ac.id

1. Riwayat Pendidikan

Tahun Lulus	Jenjang	Institusi
1984	SD	SDN 1 Sedayu Muntilan
1987	SMP	SMPN 1 Muntilan
1990	SMA	SMAN 1 Muntilan
1995	S1	Jurusan Fisika FMIPA Universitas Diponegoro
1998	S2	Jurusan Ilmu MIPA Universitas Gadjah Mada
2007	S3	Geofisika Terapan Institute Teknologi Bandung

2. Pengalaman Kerja

No	Tahun	Jabatan
1	1997	Dosen Fisika FMIPA Universitas Lampung
2	1999 - 2000	Kepala Lab. Fisika Dasar FMIPA Universitas Lampung
3	1999 - 2002	Ketua Jurusan Fisika FMIPA Universitas Lampung
4	2009 - Skrg	Dosen Teknik Geofisika FT Universitas Lampung

5	2011 – 2013	Pembantu Dekan III Fak. Teknik Universitas Lampung
6	2013 - 2014	Wakil Dekan III Fak. Teknik Universitas Lampung
7	2014 - 2018	Wakil Dekan Bidang Umum dan Keuangan Universitas Lampung
8	2018 - 2019	Ketua Badan Pengelola Aset Universitas Lampung
9	2022 - skrg	Kepala Laboratorium Geofisika Geothermal Jurusan Teknik Geofisika

3. Buku

No	Tahun	Judul Buku
1	2012	The Contribution of Geoscience to Human Security : Understanding The Time Lapse Microgravity Response due to Subsidence and Groundwater Level Lowering.
2	2014	Eksplorasi gayabberat . PT Graha Ilmu Pers
3	2020	Pengantar Teknik Geofisika . PT Graha Ilmu Pers

4. Matakuliah Yang Diampu (5 tahun Terakhir)

No	Matakuliah
1	Microgravity
2	Eksplorasi Gayabberat
3	Sistem Informasi Geografis
4	Pengantar Teknik Geofisika
5	Geothermal
6	Perpetaan
7	Manajemen Proyek

5. Daftar Karya Ilmiah/ Jurnal

1. Juandi M, **Sarkowi M.**, 2016. 2D Groundwater Depth for Analysis of The Zone Unconfined Aquifer. INSIST Vol. 1 No. 1, October 2016 (16 – 19)
2. Supriyadi, D. Santoso, W. Gunawan, **Sarkowi**, and D. Gunawan. 2017. Separation method of anomaly source: The time-lapse microgravity Data. AIP Conference Proceedings 1862, 030162 (2017);
3. Andari. W, **Sarkowi**, Karyanto, dan Kurniawan.R, 2019. Identifikasi Batas Sub cekungan hidrokarbon menggunakan analisis SHD (second horizontal derivative) dan SVD (second vertical derivative) berdasarkan korelasi data gayaberat dan seismik. Jurnal Geofisika Eksplorasi. Vol 5, No. 1 (2019)
4. Elviani S, **Sarkowi**, dan Zaenudin A. 2017. Pemodelan 3D dan Analisis ketersediaan batuan granit berdasarkan data anoali gayaberat di daerah Tanjung Ulie Halmahera Tengah. Jurnal Geofisika Eksplorasi. Vol. 3 No. 2 (2017)
5. Murdani dan **Sarkowi**. 2017. Pemodelan 2 Dimensi data Magnetotelurik daerah prospek panasbumi JGT. Jurnal Geofisika Eksplorasi. Vol. 3 No. 1 (2017)
6. Sihombing RB, **Sarkowi**, dan Rustadi. 2018. Pemodelan dan Analisa struktur bawah permukaan daerah prospek panasbumi Kepahiang berdasarkan metode gayaberat. . Jurnal Geofisika Eksplorasi. Vol. 4 No. 2 (2018)
7. Adhi A, Wahyudi, Suryanto W, dan **Sarkowi**. 2018. RAV3D Validation using Generalized Cross- Validation (GCV) Algorithm by Lower Bounds Approach for 3D Gravity Data Inversion. Scientific Journal of Informatics, Vol. 5, No. 2, Nov 2018. p-ISSN 2407-7658. e-ISSN 2460-0040

8. Anggraeni W, Mulyatno B.S, Sarkowi M, Nursina M.I and Syafritya A. **2018**. 3D prestack simultaneous inversion and lame-parameter extraction applied to discriminate the lithology and pore-fluid: Case study–Gumai Formation, Jambi Sub-Basin, South Sumatra. SEG Technical Program Expanded Abstracts 2018. Aug 2018 Pages: 5520ISSN (print):1052-3812 ISSN (online):1949-4645
9. Anggraeni W, Nursina M.I, Syafritya A, Mulyatno B.S, and **Sarkowi M.**, **2018**. Lithology Discrimination and Pore-Fluid Detection Using 3D Pre-Stack Simultaneous Inversion: A Case Study at Gumai Formation, Jambi Sub-basin, South Sumatra., Proceeding of The 42nd Indonesian Petroleum Association Convention and Exhibition.
10. Sari E, Sarkowi M, Zaenudin A. **2019**. Pemodelan 3D dan Analisis Ketersediaan Batuan Granit Berdasarkan Data Anomali Gayaberat di Daerah Tanjung Ulie Halmahera Tengah. Jurnal Geofisika Eksplorasi , 2019.
11. Supriyadi , Khumaedi, Sugiyanto, M Ikhsan and **Sarkowi**. (2019): Modeling response Time Lapse Microgravity Vertical Gradient (TLMVG) anomaly due to fluid volume changes of sub surface and its implementation in Kota Lama Semarang . Journal of Physics: Conference Series . IOP Publishing 1321 (2019) 022003.
12. Wibowo RC, **Sarkowi M**, Setiawan AF, Yudamson A, Asrafil, Kurniawan M, Arifianto I. **2020**. Flash flood hazard areas assessment in Bandar Negeri Suoh (BNS) region using an index based approaches and analytical hierarchy process. January 2020. Journal of Physics Conference Series 1434: 012006.

13. Wibowo R.C., **Sarkowi** M, Mulyatn B.S, Dewanto O, Zaenudin A, Aspari A.A, Amijaya H., **2020**. Thinned coal distribution modeling based on integrated geological and geophysical data: Case study CBM resources in Central Palembang Sub-Basin. AIP Conference Proceedings
14. Wibowo R.C., Basuki K.H. , **Sarkowi M.**, 2020. Pemberdayaan Masyarakat Dalam Pembuatan Peta Zonasi Partisipatif di Kawasan Obyek Wisata Keramikan dan Kawah Nirwana Desa Sukamarga. SAKAI SAMBAYAN – Sakai Sambayan Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat. Vol 4 No 2 Juli 2020
15. Wibowo R.C, Mulyatno B.S, Dewanto O., **Sarkowi M.**, **2021**. Structure from Motion (SfM) method to characterize fluvial sedimentology in Way Semaka river in Lampung province, Indonesia. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering
16. **Sarkowi** M., Wibowo R.C., 2021. Reservoir Identification of Bac-Man Geothermal Field Based on Gravity Anomaly Analysis and Modeling. Journal of Applied Science and Engineering 25 (2), 329-338
17. **Sarkowi M.**, Wibowo R.C., Karyanto, 2021. Geothermal Reservoir Identification in Way Ratai Area Based on Gravity Data Analysis. Journal of Physics: Conference Series 2110 (2021) 012004.
18. **Sarkowi M.**, Wibowo R.C., 2021. Geothermal Reservoir Identifcation based on Gravity Data Analysis in Rajabasa AreaLampung. Indonesian Journal of Geology and Mining Vol.31, No 2, pages 77-97

19. **Sarkowi M.**, Sawitri R.F., Mulyatno B.S., Wibowo R.C., 2021. Wai Selabung geothermal reservoir analysis based on gravity method. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-BiRuNi*, Volume 10. Issue 2. 45-63
20. **Sarkowi M.**, Wibowo R.C, Yogi IBS, Yusuf M, Boka YS., 2022. Microtremor analysis to evaluate BMKG region III building, Bali, Indonesia. *Iranian Journal of Earth Sciences* Vol. 14 No. 2 p. 104-111
21. **Sarkowi M.**, Wibowo R.C., Minardi S., Arifianto I., 2022. Identification of Hydrocarbons Sub-Basin Based on Gravity Data Analysis in Lampung Area. *Jurnal Penelitian Fisika dan Aplikasinya*. Vol. 11 No. 2.
22. **Sarkowi M.**, Wibowo R.C, and Yogi IBS. 2022. Potensi Gempabumi Di Sepanjang Sesar Semangko Segmen Lampung. *Jurnal Teknologi dan Inovasi Industri* Vol. 03, No.02, Hlm.027-033, 2022
23. **Sarkowi M.**, Mulyasari R., Darmawan IGB., and Wibowo R.C Identification of the Semangko Fault in Sumatra, Indonesia, based on gradient gravity data analysis. *Songklanakar J. Sci. Technol.* 44 (6), 1503-1509, 2022.
24. Wibowo R.C, Aldiko and **Sarkowi M.** 2022. Identifikasi Zona Potensi Longsor Menggunakan Metode Fotogrametri Foto Udara Area Pidada Kota Bandar Lampung. *Jurnal Geosains and Remote Sensing (JGRS)* Vol. 3 No. 2, p 70-76.
25. Wibowo R.C., Maulia I., Haerudin N, **Sarkowi M.** Sliding Plane Identification for Landslide Hazard Mitigation with Electrical Resistivity Tomography Method. *Indonesian Physical Review* Volume 6 Issue 1, January 2023.

26. **Sarkowi M.**, Karyanto, Darmawan IGB., Akroma H, and Wibowo R.C., 2022. Pembuatan Peta Potensi Geowisata Area Bendungan Way Sekampung Berbasis Drone Melalui Pendekatan Partisipatif Masyarakat Lokal di Pekon Bumi Ratu Kabupaten Pringsewu. Sakai Sambayan Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat · December 2022
27. **Sarkowi M.**, Rustadi, Mulyasari R., and Wibowo R.C. 2022. Studi Pemetaan Partisipatif Melalui Pemberdayaan Masyarakat Lokal Dalam Pembuatan Peta Geowisata Berbasis Konservasi Sumber Mata Air Guna Mewujudkan Desa Sukaraja Sebagai Destinasi Wisata Utama di Kabupaten Tanggamus. Sakai Sambayan Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat · March 2022
28. Nurfaidah H, Setiadi I, **Sarkowi M** and Dewanto O. 2023. Subsurface Geological Interpretation of the North Sunda Asri Basin Based on SVD Analysis and Gravity Anomaly Modeling. Jurnal Bulletin of the Marine Geology V.38 No. 1 Juni 2023 (SINTA-2)
29. **Sarkowi M**, Yusuf M, Minardi S. Identifikasi Struktur Iliran High Sumatera Selatan Berdasarkan Analisa Anomaly Gravity. 2023. JGE Jurnal Geofisika Eksplorasi Vol. 9 No.2 Juli 2023 (SINTA-4)
30. Mulyatno B.S., Dewanto O., Suharso, **Sarkowi M.**, Haerudin N., Wibowo R.C. 2023. Source rock analysis related with the change of organic substances using SEM and TGA method. **The 7th International Conference of Science, Technology, and Interdisciplinary Research (IC-STAR 2021)** AIP Conference Proceedings (Prosiding/Seminar Internasional (ber ISSN/ISBN) (terindeks pada Scimagojr dan Scopus)

31. Wibowo R.C., **Sarkowi M.**, Zaenudin A. 2023. A combined of electrical resistivity tomography and structure from motion method for landside-prone zone analysis in East Kota Agung Region. **The 7th International Conference of Science, Technology, and Interdisciplinary Research (IC-STAR 2021)**AIP Conference Proceedings (Prosiding/Seminar Internasional (ber ISSN/ISBN) (terindeks pada Scimagojr dan Scopus)

6. Pengalaman Penelitian

1. Survey Gravity, Magnetik dan GPS untuk mengetahui struktur bawah permukaan gunung Merapi dan Merbabu , Universitas Gadjah Mada – Darmstad German 1996 – 1997.
2. Survey Gravity daerah Kluang Sumatera Selatan Untuk studi potensi minyak , **Elnusa Geosains – Conoco Philips**, 1998
3. Survey Gravity daerah Muara Bulian Jambi Untuk studi potensi minyak , **Elnusa Geosains – Conoco Philips**, 1998
4. Survey Gravity daerah Puyuh Sumatera Selatan Untuk studi potensi minyak , **Elnusa Geosains – Conoco Philips**, 1998
5. Analisa Kestabilan dan getaran gedung pusat perbelanjaan Ramayana Tanjung Karang, **1999. PT. Ramayana Tanjung Karang**
6. Penelitian **DCRG** dari **DIKTI** tahun **2000-2002** dengan judul : Penerapan metode microgravity 4D untuk pemantauan proses peningkatan produksi minyak ‘studi kasus lapangan LOSF Minas’, sebagai Peneliti Utama.

7. Penelitian **RUT-IX** dari Kementerian Negara Riset dan teknologi tahun **2002 - 2005** dengan judul : Studi amblesan permukaan tanah dan dinamika air tanah di dataran alluvial Semarang Jawa tengah dengan menggunakan metode mikrogravity 4D, sebagai anggota.
8. Penelitian **Hibah Pekerti dari DIKTI** tahun **2003-2004** dengan judul : Aplikasi metode mikrogravity 4D dan levelling untuk pemantauan intrusi air laut dan amblesan tanah daerah Semarang bawah Jawa Tengah, sebagai anggota
9. Penelitian **Hibah Pasca dari DIKTI** tahun **2004 - 2005** dengan judul : Analisa dan pemodelan amblesan tanah akibat dinamika air tanah di kawasan industri Kaligawe - Pantai Marina Semarang, sebagai anggota peneliti mahasiswa.
10. Penelitian 4D Microgravity untuk pemantauan proses injeksi uap di lapangan LOSF-Minas, **PT Caltex Pacific Indonesia, 2001**, sebagai anggota
11. Penelitian 4D Microgravity untuk pemantauan proses produksi minyak dan injeksi air di lapangan **Rantau - Pertamina DOH NAD-Sumbagut 2002-2003**, sebagai anggota
12. Penelitian 4D Microgravity untuk pemantauan proses produksi minyak dan injeksi air di lapangan Talang Jimar - Prabumulih, **Pertamina DOH Sumatera Bagian Selatan 2002-2003**, sebagai anggota
13. Penelitian 4D Microgravity untuk pemantauan proses produksi minyak dan injeksi air di lapangan Tambun, **Pertamina DOH Jawa Bagian Barat 2004-2007**, sebagai anggota

14. Penelitian 4D Microgravity untuk pemantauan proses produksi minyak dan injeksi air di lapangan Kawengan, **Pertamina DOH Jawa Bagian Timur 2004**, sebagai anggota
15. Penelitian Microgravity dan Magnetik untuk mengetahui struktur bawah permukaan di Lapangan Banyu Asin – Blora Jawa Tengah. **Pertamina DOH Jawa Bagian Timur. 2004**, sebagai anggota
16. Penelitian 4D Microgravity untuk pemantauan proses produksi minyak dan injeksi air di lapangan Sopa Sumatera Bagian Selatan, **Pertamina Region Sumatera 2005-2007**, sebagai anggota
17. Penelitian 4D Microgravity untuk pemantauan proses produksi minyak dan injeksi air di lapangan Bunyu, **Pertamina DOH Kalimantan 2005**, sebagai anggota
18. Penelitian Microgravity dan Magnetik untuk studi kematangan Batubara di Sangata – **KPC Kalimantan Timur, 2005**, sebagai anggota
19. Penelitian Microgravity dan Magnetik untuk studi kematangan Batubara di Bengalon – **KPC Kalimantan Timur, 2005**, sebagai anggota
20. Penelitian Microgravity daerah Enrekang Sulawesi Selatan untuk menentukan prospek batubara. 2006, sebagai anggota.
21. Penelitian 4D Microgravity untuk pemantauan lumpur panas Porong- Sidoarjo – Jawa Timur **2006** , sebagai anggota
22. Penelitian 4D Microgravity untuk pemantauan produksi minyak dan injeksi air di lapangan Minas Area 4 Riau, **PT CHEVRON Pacific Indonesia 2006**, sebagai anggota

23. Penelitian 4D Microgravity untuk pemantauan proses produksi minyak dan injeksi air dan untuk mengetahui struktur bawah permukaan di lapangan Lirik – Riau, **Pertamina Unit Bisnis Lirik Riau 2006-2007**, sebagai anggota
24. Penelitian 4D Microgravity untuk pemantauan proses produksi minyak dan injeksi air di lapangan Tanjung – Kalimantan Selatan, **Unit Bisnis Pertamina Tanjung 2006-2007**, sebagai anggota
25. Penelitian **Hibah Bersaing DIKTI**, Aplikasi metode microgravity 4D untuk pemantauan reservoir panas bumi study kasus daerah panas bumi Kamojang, **2006 – 2007**.
26. Penelitian Gayaberat-mikro untuk mengetahui undulasi geoid di daerah Delta Mahakam Kalimantan Timur. **2007**, sebagai anggota
27. Penelitian Microgravity dan Magnetik untuk mengetahui struktur bawah permukaan di Lapangan Iliran High Sumatera Selatan, **MEDCO ENERGY**, September **2007**.
28. Penelitian Gravity dan Geolistrik daerah **Weda Bay Nikel** Halmahera, **2007**.
29. Studi Kelayakan Teknis Rencana Relokasi Pipa Gas Jatim 28” Onshore Porong menggunakan Jalur Timur – Utara dengan Metode Microgravity, Pengukuran Global Positioning System (GPS), Seismic Mapping, April – Juli **2008**, sebagai anggota.
30. Penelitian 4D Microgravity untuk pemantauan produksi minyak dan injeksi air di lapangan Kawengan Cepu Jawa Tengah, **Pertamina DOH Jawa Bagian Timur** . Desember **2007 – Juli 2008**, sebagai anggota.

31. Penelitian **Hibah Bersaing DIKTI** : Analisa penentuan daerah recharge dan discharge menggunakan metode microgravity 4D study kasus daerah Semarang, **2007 - 2008**, sebagai anggota.
32. Penelitian Hibah Bersaing DIKTI : Gayabean-mikro Antar Waktu untuk Analisa Sumber Aliran Lumpur Panas di Porong Sidoarjo, **2008 - 2009** sebagai Ketua
33. Studi Geofisika Terpadu (Geolistrik, Microgravity dan Magnetik) untuk memetakan batuan granit di daerah Tambang Nikel Weda Bay Maluku Utara, **2009**, sebagai anggota
34. Penelitian 4D Microgravity untuk pemantauan proses produksi minyak dan injeksi air dan untuk mengetahui struktur bawah permukaan di lapangan Lirik - Riau, **Pertamina Unit Bisnis Lirik Riau 2009**, sebagai anggota
35. Penelitian **Hibah Bersaing DIKTI** : Interpretasi 3D data gayabean dan analisa daerah panasbumi Ulubelu untuk mengetahui struktur detail bawah permukaan, **2009**, sebagai anggota.
36. Penelitian **Hibah Strategis DIKTI** : Penerapan Metode Gayabeanmikro antar waktu Untuk Mengetahui Struktur Bawah permukaan dan Untuk Pemantauan Reservoir Panas Bumi Guna Menjaga Kelangsungan Produksi Uap di Lapangan Panas Bumi Ulubelu Lampung **2009 - 2011**, sebagai ketua
37. Penelitian Program Insentif Riset Dasar (**RISTEK 2009**) : Aplikasi Metode Microgravity 4D untuk Pemantauan Proses Pengurasan Air (Dewatering) pada Rekayasa Reservoir Coal Bed Methane dan Produksi Coal Bed Methane sebagai Sumber Energi Alternatif Baru di

- Lapangan Rambutan Sumatera Selatan, 2009, sebagai ketua.
38. Survei Magnetotelurik (MT) dan Gayaberat pada Area Ciamis - Cilacap Blok Jawa Barat Bagian Selatan, **Pertamina DOH Jawa Bagian Barat. 2009**, sebagai anggota
 39. Survei Geologi dan Geofisika Blok Tanjung Area II Cekungan Barito Utara Daerah Kalimantan Tengah - Timur, **PERTAMINA EP 2009**, sebagai anggota
 40. Studi Recharge Area yang masuk ke reservoir panasbumi di Lapangan Panasbumi Gunung Salak, **DIRJEN-Minerba-Pabum**, 2009. Sebagai anggota.
 41. Aplikasi Mikroseismik untuk Identifikasi Keberadaan dan Penyebaran Hidrokarbon secara Lateral di Lapangan Tambun. **EPTC Pertamina, 2009**
 42. Penelitian **Hibah Bersaing DIKTI (2010)** : Interpretasi 3D data gayaberat dan Magnetik daerah panasbumi Ulubelu untuk mengetahui struktur detail bawah permukaan, **2010**, sebagai anggota.
 43. Penelitian Program Insentif Riset Peningkatan Kapasitas Sistem Produksi (**RISTEK 2010**) : Pengembangan dan Penerapan Metode 4D Microgravity untuk mengetahui struktur dan karakteristik reservoir panas bumi serta untuk pemantauan reservoir panas bumi (Studi kasus Lapangan Panas Bumi Ulubelu - Rindingan Lampung) 2010, sebagai ketua
 44. Studi Aplikasi Mikroseismik untuk Identifikasi Keberadaan dan Penyebaran Hidrokarbon di lapangan Padang Ulak Tanding Lubuk Linggau Sumatera Selatan, Kerjasama **PSE UGM - RMT - Pertamina EP**, April - Oktober 2010

45. Studi Aplikasi Mikroseismik untuk Identifikasi Keberadaan dan Penyebaran Hidrokarbon di lapangan Sinamar - Padang, **Kerjasama PT. Elnusa - Himpana Migas - PT. Radiant Utama, Agustus 2010.**
46. Studi Aplikasi Mikroseismik untuk Identifikasi Keberadaan dan Penyebaran Hidrokarbon di lapangan Tuban Jawa Timur, Kerjasama **RMT - Petrochina East Java, September - Desember 2010**
47. Integrated Study Geology and Geophysics to understand CBM prospect in Kahayan Central Kalimantan. Collaborated : ITB Bandung - IPS Malaysia. **Agustus - Desember 2010.**
48. 4D Microgravity monitoring at Banyu Urip Area, ITB - **Mobil Oil Cepu Limited. 2011**
49. CO₂ monitoring at Gundih Area - Central Java. Collaboration Research between **ITB - JICA - PERTAMINA. 2011 - 2012**
50. Gravity study at Lhouksemawe and Lhouksukon Nangro Aceh Darussalam. **Zaratex NV. Netherland, 2010 - 2011**
51. Gravity data processing and interpretation in Onshore Area Sudan. Research Collaborations beetwen Coral Petroleum **Operating Company Limited Sudan (CPOC) and Elnusa Geosains. Juli - Agustus 2011.**
52. Microseismic Study for Oil Detection at Salawati Sorong Irian Jaya. Collaborated : **UGM - UNILA - UTC Pertamina - Pertamina EP. October - December 2011**
53. Microseismic Study for Oil Detection at Beramba Field Jambi. Collaborated : **UGM - UNILA - Petrochina. Nopember 2011 - Januari 2012**

54. 4D Microgravity study fo Oil and Water Monitoring at Minas Area 5 and 6 Riau. Collaborated : **ITB - Chevron. July - December 2011**
55. Microseismic Study for Oil Detection at Bunyu Field Tarakan. Collaborated : **UGM - UNILA - Pertamina EP - UTC Pertamina. Februari - Juni 2012**
56. Processing Data 4D Microgravity untuk mengetahui dinamika fluida pada reservoir Panasbumi Lapangan Kamojang dan Lahendong, November 2011 - Maret 2012 : **Pertamina Geothermal Energi - LPPM ITS - Unila**
57. 4D Microgravity untuk Pemantauan Reservoir Panasbumi Ulubelu, **2012 : Hibah Kompetensi DIKTI - UNILA.**
58. Processing dan Interpretasi Data Gravity - Magnetic daerah Prospek Panasbumi Rajabasa - Lampung : **July - September 2012, PT. Supreme Energy**
59. Studi Percusore Gempabumi daerah sepanjang sesar Cimandiri Jawa Barat dengan menggunakan teknologi 4D microgravity (**RISTEK - 2012**) : kerjasama dengan **BMKG Pusat Jakarta** (sebagai Anggota).
60. 4D Microgravity untuk Pemantauan Reservoir Panasbumi Ulubelu, **2013 : Hibah Kompetensi DIKTI - UNILA.**
61. 4D Microgravity untuk Pemantauan Reservoir Panasbumi Ulubelu, **2014 : Hibah Kompetensi DIKTI - UNILA**
62. Studi potensi panasbumi daerah Empat Lawang, Tanjung Sakti dan Daerah Dingin Sumatera Selatan dengan menggunakan metode Magnetik, **2013-2014.** Kerjasama **Hitay Energy Turkey - Elnusa Geosains - UNILA**
63. Quality Control data Magnetik pada Pekerjaan Survei, Prosesing Dan Interpretasi Data Geologi-Geofisika Di Atambua (NTT) Tahun **2015. LEMIGAS - Elnusa Geosains**

64. Quality Control data Gravity pada Pekerjaan Survei, Prosesing Dan Interpretasi Data Geologi-Geofisika Di Atambua (NTT) Tahun **2015. LEMIGAS – Elnusa Geosains**
65. Studi gayaberat di Lapangan Bunyu Kalimantan Timur Tahun **2015 – 2016. Kerjasama antara PT. PERTAMINA EP – Elnusa Geosains.**
66. Studi pengembangan pengambilan data magnetic dengan menggunakan wahana udara, **2016. Hibah Penelitian DIPA PNBPN Unila**
67. Quality Control data Magnetik, Gravity pada Pekerjaan Survei, Prosesing Dan Interpretasi Data Prospek Lapangan Minyak Rotan Tegal Jawa Tengah Tahun **2017-2018. PERTAMINA EP – Elnusa Geosains**
68. Quality Control data Gravity pada Pekerjaan Survei, Prosesing Dan Interpretasi Data Prospek Lapangan Alamanda Kuala Simpang Nangro Aceh Darusalam Tahun **2017-2018. PERTAMINA EP – Elnusa Geosains**
69. Analisis Amplifikasi dan Resonansi Bangunan Menggunakan Metode HVSR. **Hibah Penelitian Terapan LPPM Universitas Lampung** Tahun **2021**, sebagai Ketua Peneliti.
70. Identifikasi Daerah Prospek Panasbumi Way Ratai Berdasarkan Analisa Data Gravity. **2021. Penelitian DIPA FT Tahun 2021**, sebagai Ketua Peneliti.
71. Analisis Model Permeabilitas pada Aliran Fluida Hidrothermal Zona Potensi Reservoir di Lapangan Panasbumi Way Ratai. Penelitian DIPA FT Tahun **2021**, sebagai Anggota Peneliti.

72. Desain Survey dan Quality Control Data Microgravity pada Lapangan Panasbumi Deing Tahun **2021**. **PT. Geodipa Energi – Elnusa Geosains**, sebagai Ketua Peneliti.
73. Desain Survey dan Quality Control Data Microgravity pada Lapangan Panasbumi Patuha Tahun **2021**. **PT. Geodipa Energi – Elnusa Geosains**, sebagai Ketua Peneliti.
74. Identifikasi Patahan dan Potensi Gempabumi Besar Pada Zona Patahan Semangko Segmen Lampung, Tahun **2022**. Penelitian BLU Universitas Lampung sebagai Ketua Peneliti.
75. Identifikasi Potensi Panas Bumi di Lapangan Karaha – Tasikmalaya Menggunakan Metode Aero-Geomagnetik. Tahun **2023**. **Rumah Program Pengembangan Energi Baru dan Terbaharukan (EBT) Organisasi Riset Energi dan Manufaktur Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN)**, sebagai Anggota Peneliti
76. Reprocessing PSDM dan Joint Inversion Gravity di Lapangan Sangata Batu Utak Kalimantan Timur Tahun **2023**, sebagai Leader untuk Gravity. **PT. Elnusa Geosains – PT. Pertamina Hulu Indonesia**.
77. Survey Microgravity dan Leveling Lapangan Panas Bumi Dieng Jawa Tengah **2023**. **PT. Geodipa Energi – Elnusa Geosains**, sebagai Ketua Peneliti.
78. Survey Microgravity dan Leveling Lapangan Panas Bumi Patuha Jawa Barat **2023**. **PT. Geodipa Energi – Elnusa Geosains**, sebagai Ketua Peneliti.

7. Pengabdian Pada Masyarakat

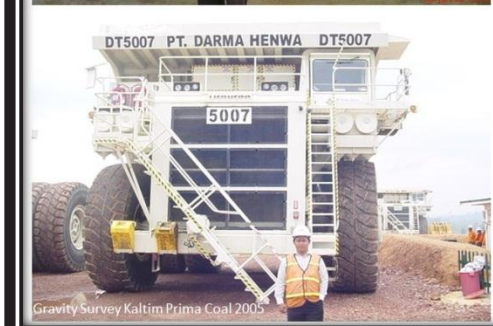
1. Program CSR Area Geothermal Ulubelu 2012-2013 “Penyediaan Laboratorium Komputer serta Internet SD & Kantor UPT Kec. Ulubelu, Peningkatan Fasilitas Internet di SMK Harapan Bangsa dan Penyediaan Fasilitas Air Bersih di Pekon Pagar Alam. Kerjasama PT Pertamina Geothermal Energi – UNILA
2. Sosialisasi dan Pelatihan Mitigasi bahaya gempabumi dan tsunami pada kecamatan Kotaagung kabupaten Tanggamus, **2016**. Hibah Pengabdian DIPA PNBPN Unila
3. Pengembangan Potensi Geowisata Dan Agrowisata Daerah Ulubelu Melalui Pendekatan Partisipasi Masyarakat Dan Kearifan Lokal. Hibah Pengabdian Desa Binaan Fakultas Teknik Universitas Lampung, 2017.
4. Rekonstruksi Geo-History Berbasis Pemetaan Udara Di Situs Purbakala Pugung Raharjo Untuk Meningkatkan Daya Tarik Wisatawan Dan Partisipasi Masyarakat Dalam Tata Kelola Pariwisata. Hibah Pengabdian Pada Masyarakat Universitas Lampung Tahun 2018.

Bandar Lampung, November 2023

Prof. Dr. Ir. Muh Sarkowi, S.Si, M.Si, IPU

FOTO KELUARGA







Metode gravity merupakan salah satu metode geofisika yang mengukur nilai medan gravity di permukaan bumi untuk mengetahui struktur bawah permukaan bumi berdasarkan perbedaan densitas. Perkembangan teknologi elektronika dan instrumentasi telah meningkatkan ketelitian gravimeter sampai orde 1 microgall, sehingga dapat mengukur respon anomali gravity dalam orde 1 microgall. Saat ini terapan metode microgravity terus berkembang, mulai dari: untuk eksplorasi sumberdaya, pemantauan eksploitasi sumberdaya alam, mitigasi, dan geoteknik. Indonesia sebagai negara yang mempunyai potensi sumberdaya alam yang besar harus dilakukan eksplorasi dan dieksploitasi demi kesejahteraan dan kemakmuran masyarakatnya. Disamping itu, Indonesia yang berada di pertemuan tiga lempeng benua menyebabkan memiliki potensi bencana kebumihan yang sangat besar dan beragam mulai dari: gempa bumi, letusan gunung api, tsunami, banjir, dan tanah longsor. Atas dasar itu penulis menulis naskah dengan judul " Dari gravity hingga microgravity untuk eksplorasi - eksploitasi Sumberdaya alam dan mitigasi.

Naskah disusun atas 6 bagian, yaitu: 1. Pendahuluan yang menjelaskan tentang metode gravity, 2. Eksplorasi sumberdaya alam, 3. Metode gravity pada eksplorasi panas bumi, 4. Metode gravity pada eksplorasi hydrocarbon, 5. Metode gravity untuk pemantauan eksploitasi panas bumi, 6. Metode gravity untuk pemantauan eksploitasi hydrocarbon, 7. Metode gravity untuk pemantauan penurunan muka air tanah subsidence, 9. Metode microgravity untuk mitigasi, yaitu untuk identifikasi sesar sebagai sumber gempa bumi, dan terakhir prospek dan tantangan terapan microgravity di Indonesia.

