

Prosedur Survei Gaya Berat Mikro Antar Waktu Studi Kasus di Kawasan Kota Lama Semarang

Supriyadi¹, Khumaedi², Sugiyanto³, Fajar Setiawan⁴, Farid Wujdi⁵

^{1,2,3,4,5} Program Studi Fisika Universitas Negeri Semarang

E-mail: supriyadi@mail.unnes.ac.id

Abstrak. Survei gaya berat antar waktu merupakan pengembangan dari metode gaya berat. Pengembangan yang dimaksud adalah pengukuran pada periode yang berbeda pada lokasi yang sama dan menggunakan Gravimeter dengan orde ketelitian μGal . Prosedur survei ini dimulai dengan (1) pemodelan tentang seberapa besarnya anomali gaya berat mikro antar waktu yang disebabkan oleh sumber anomali, (2) pemilihan Gravimeter dengan resolusi μGal . Pada penelitian ini digunakan Gravimeter tipe Scintrex Autograv CG-5, (3) kalibrasi Gravimeter yang bertujuan untuk memastikan bahwa gravimeter sapa digunakan, (4) melakukan pengukuran gaya berat di lapangan dengan memperhatikan looping, dimana satu looping berisi sejumlah letak titik ukur. Untuk pengukuran pada periode berikutnya urutan titik pada satu looping tidak boleh berubah, (5) melakukan koreksi awal pada data pengukuran. Koreksi awal yang dimaksud adalah koreksi apungan (*drift correction*) dan koreksi pasang surut (*tide correction*), dan (6) melakukan koreksi akhir untuk mereduksi sumber anomali gaya berat mikro antar waktu untuk memperoleh target penelitian. Hasil survei menunjukkan bahwa nilai gaya berat periode Mei 2017 menunjukkan 15.8-16.7 mGal dan periode September 2017 menunjukkan 15.8-16.8 mGal Interpretasi hasil pengukuran yang berupa anomali gaya berat mikro antar waktu menunjukkan -0.1mGal sampai dengan 0.1 mGal

Kata kunci: Anomali, Gaya Berat, Antar Waktu, Kota Lama

1. Pendahuluan

Metode gaya berat merupakan salah satu metode tertua dalam studi geofisika. Metode gaya berat mikro antar waktu merupakan pengembangan dari metode gaya berat dengan dimensi keempatnya merupakan waktu. Pengukuran gaya berat ini dilakukan secara berulang (looping) baik secara harian, bulanan, ataupun tahunan dengan menggunakan alat Gravimeter yang memiliki akurasi pengukuran dalam orde μGal dan pengukuran elevasi yang teliti^[1].

Adanya peningkatan akurasi gravimeter dan pengembangan sistem digital, penerapan metode gaya berat untuk sumber anomali dekat permukaan dan yang berhubungan dengan lingkungan serta untuk tujuan pemantauan semakin banyak digunakan, diantaranya untuk pemantauan reservoir panas bumi, minyak dan gas. Proses produksi uap dan injeksi air pada reservoir panas bumi harus dimonitor secara baik dengan tujuan agar reservoir panas bumi tetap stabil, produksi uap stabil sehingga reservoir panas bumi dapat bertahan lama^{[2][3][4][5][6][7][8]}.

Aplikasi metode gaya berat mikro antar waktu misalnya untuk monitoring produksi gas di Lapangan Troll Norwegia oleh Eiken dan Zumberge^[9], penelitian air tanah di Zona Karst oleh Jacob dkk^[10], dan kalibrasi model hidrologi yang dilakukan oleh Leiriao^[11-12].

Kenyataan bahwa bumi mendekati bentuk spheroid, relief permukaan bumi tidak rata, berotasi dan berevolusi dalam sistem matahari mengakibatkan adanya variasi gaya berat di setiap titik pengukuran di permukaan bumi.^[13] menyatakan bahwa ada lima hal yang mempengaruhi perubahan nilai gaya berat di suatu titik, yaitu : (1) lintang, (2) elevasi, (3) pasang surut, (4) topografi dan (5) variasi rapat massa bawah permukaan. Masalah yang sering dihadapi adalah terkait dengan prosedur pengukuran di Lapangan tulisan ini akan memaparkan prosedur survei gaya berat mikro antar waktu studi kasus di Kawasan Kota Lama.

Pada tulisan ini akan dibahas prosedur survei dengan menggunakan metode gaya berat mikro antar waktu. Untuk memberikan gambaran yang lebih jelas diberikan contoh implementasi metode tersebut di kota lama Semarang. Daerah ini sangat menarik karena telah dijadikan sebagai daerah tujuan wisata oleh Pemerintah Kota Semarang. Ciri khas daerah ini banyak ditemukan gedung-gedung kuno warisan kolonial Belanda. Masalah yang di hadapi adalah amblesan yang terjadi di daerah ini. Metode gaya berat mikro antar waktu digunakan untuk memantau amblesan di daerah ini.

2. Metode

Tahapan pengukuran gaya berat dijelaskan sebagai berikut :

- Melakukan kajian geologi dan geofisika untuk memperoleh penyebab terjadinya anomali gaya berat mikro antar waktu.
- Berdasarkan hasil yang diperoleh dari langkah a. dilanjutkan dengan membuat model 2 dimensi yang menggambarkan sumber anomali gaya berat mikro antar waktu dan nilai anomali yang terjadi
- Mengkalibrasi Gravimeter untuk memperoleh data yang berkualitas. Kegiatan ini dilakukan dengan cara melakukan pengukuran di titik yang sudah diketahui gaya beratnya. Berdasarkan hasil ukur gravimeter kita bisa melihat hasil ukur alat berbeda signifikan dengan nilai gaya berat di titik itu. Seandainya hasil ukur gravimeter memiliki perbedaan yang kecil maka dikatakan gravimeter layak digunakan.
- Mnentukan distribusi titik ukur. Distribusi titik ukur memiliki jarak dari titik satu ke titik yang lain dengan mempertimbangkan target yang akan disurvei.
- Menentukan looping. Pada survei gaya berat mkro antar waktu, urutan titikpada suatu titik tidak boleh berubah urutannya pada saat pengukuran pada periode berikutnya
- Melakukan koreksi awal. Koreksi awal yang dilkukan adalah koreksi pasang surut dan koreksi apungan.
- koreksi lanjut, koreksi ini dilakukan untuk memperoleh target yang berada di bawah permukaan. Mengacu pada persamaan di bawah ini, menyatakan bahwa anomali gaya berat mikro antar waktu (ruas kiri) bersumber pada amblesan dan dinamika muska air tanah (kenaikan atau penurunan) pada ruas kanan. Salah satu sumber anomali harus di koreksi untuk mendapatkan sumber anomali yang diinginkan

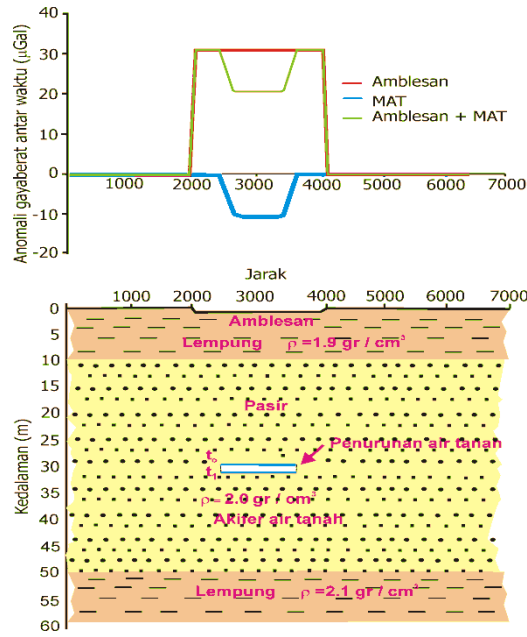
$$(g_{obs2} - g_{obs1}) = (G \int_0^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{\Delta\rho(\alpha, \beta, \gamma, \Delta t)(z - \gamma)}{[(x - \alpha)^2 + (y - \beta)^2 + (z - \gamma)^2]} d\alpha d\beta d\gamma) + (c_1 - c_2\rho)(h_2 - h_1)$$

3. Hasil dan Pembahasan

- Model sumber anomali gaya berat mikro antar waktu

Pada Gambar 1, parameter model yang digunakan berupa model bumi tiga lapis memanjang ke arah horisontal dengan sifat – sifat fisik sebagai berikut :

- Lapisan 1 berupa lempung memiliki ketebalan 10 m dan $\rho=1,9 \text{ gr/cm}^3$
- Lapisan 2 berupa pasir dengan $\rho=2,0 \text{ gr/cm}^3$. Porositas akuifer adalah 30 %, perubahan rapat massa akibat penurunan muka air tanah $\Delta\rho= -0,3 \text{ gr/ cm}^3$
- Lapisan 3 berupa lempung dengan tebal 10 m dan $\rho= 2,1 \text{ gr/cm}^3$

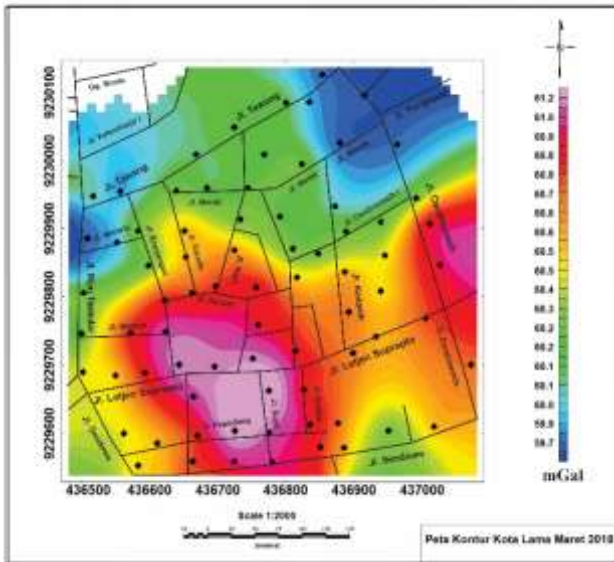


Gambar 1. Model amblesan dan penurunan muka air tanah dengan dimensi amblesan lebih besar dibandingkan dimensi penurunan muka air tanah

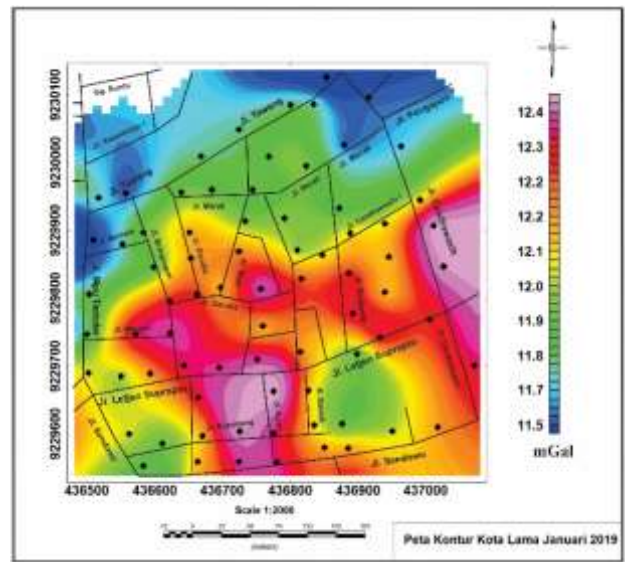
Diasumsikan amblesan terjadi pada koordinat 2000 – 4000 m yang besarnya adalah pada $t_0= 0$ dan $t_1 = 10$ cm. Untuk penurunan muka air tanah terjadi pada koordinat 2500 – 3500 m a air tanah sebesar 1 m dengan kedudukan muka air tanah pada $t_0= 30$ m dan $t_1 = 31$ m. Respon maksimum anomali gayaberat akibat amblesan dan penurunan muka air tanah sebesar 30,856 μ Gal.

b. Implementasi metode gaya berat mikro antar waktu di Kota Lama Semarang

Implementasi metode gaya berat mikro antar waktu dihasilkan : gaya berat observasi periode Maret 2018 dan periode Januari 2019, dan anomali gaya berat mikro antar waktu.

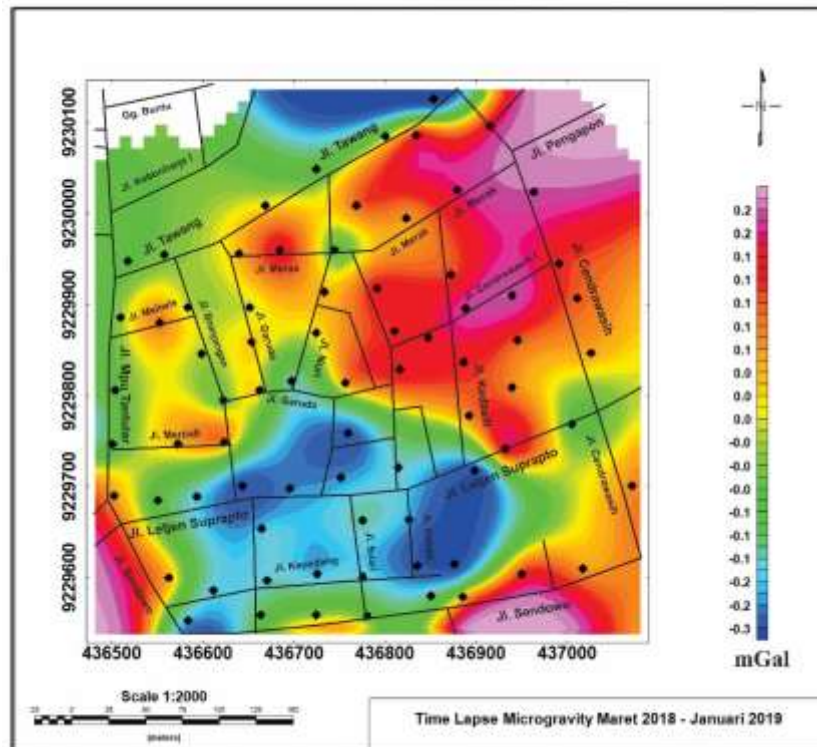


Gambar 2. Periode Maret 2018



Gambar 3. Periode Januari 2019

Pada pengukuran Periode Maret 2018 nilai anomali gaya berat antara 59.7-61.2 mGal Untuk pengukuran Periode Januari 2019 nilai anomali gaya berat antara 11.5-.12.4 mGal daerah bagian utara memiliki nilai anomali yang rendah di dibandingkan dengan bagian selatan. Kemudian anomali gaya berat mikro antar waktu ditunjukkan pada gambar berikut:



Gambar 4. Anomali gaya berat mikro antar waktu Periode Maret 2018-Januari 2019

Anomali gaya berat mikro antar waktu diperoleh dari hasil pengukuran anomali gaya berat periode Januari dan Periode Maret yang memiliki nilai antara -0.3 – 0.2 mgal.

4. Simpulan

Untuk menggunakan metode gaya berat mikro antar waktu ada beberapa hal yang harus diperhatikan : Diawali dengan pembuatan model sumber anomali (target) yang akan disurvei. Dalam pengukuran harus menggunakan garvimeter dengan akurasi dalam orde mikroGal sehingga perubahan atau anomali gaya berat yang terjadi dalam periode tertentu dapat diketahui. Urutan titik (looping) harus tetap pada pengukuran periode pertama dan periode seterusnya.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada mereka yang telah memberikan bantuan atau dukungan terhadap penelitian kami.

Daftar Pustaka

- [1] Allis, R.G. dan Hunt, T.M. 1986. Analisis of Exploration Induced Gravity Changes at Wairakei Geothermal Field. *Geophysics*, Vol. 51, pp. 1647-1660.
- [2] Andres, R.B.S. dan Pedersen, J.R. 1993. Monitoring the Bulalo Geothermal Reservoir, Philippines, using Precision Gravity Data. *Geothermics*, Vol. 22 No. 5/6, pp. 395 – 402
- [3] Kamah, M.Y., Negara, C., Pulungan, I., dan Budiardjo. 2001. Application of Microgravity Method on Monitoring Geothermal Reservoir Changes during Production of Steam in The Kamojang Geothermal Field, West Java Indonesia, *Proceedings 5th SEGJ International Symposium – Imaging Technology*, Tokyo, Japan.
- [4] Galderen, V.M., Haagmans, R., dan Bilker, M. 1999. Gravity Changes and Natural Gas Extraction in Groningen. *Geophysical Prospecting*, Vol. 47, pp. 979-993.
- [5] Eiken, O., Zumberge, M., dan Sasagawa, G. 2000. Gravity Monitoring of Offshore Gas Reservoir, *SEG Expanded Abstract*, Vol. 19, pp. 431.

- [6] Akasaka, C., dan Nakanishi, S. 2000. An Evaluation of The Background Noise for Microgravity Monitoring in The Oguni Field, Proceedings of 25th Stanford Geothermal Workshop, Japan
- [7] Mariita, N.O. 2000. Application of Precision Gravity Measueremnt to Reservoir Monitoring of Olkaria Geothermal Field, Kenya, Proceedings World Geothermal Congress 2000, Kyushu – Tohoku, Japan
- [8] Nishijima, J., Fujimitsu, Y., Ehara, S., dan Yamauchi. 2005. Microgravity monitoring and repeated GPS survey at Hatchobaru geothermal field, Proceeding World Geothermal Congress, Central Kyushu, Japan
- [9] Eiken O., Zumberge. 2005. Gravimetric monitoring gas production from the Troll field, Proceedings SEG International exposition and 74 th annual meeting, Denver, Colorado
- [10] Jacob T., Chery J., Bayer R., Moigne N.L., Boy J.P. 2009. Time lapse surface to depth gravity measurements on a karst system reveal the dominant role of the epikarst as a water storage entity, Geophysics Journal International, pp. 1-14.
- [11] Leiriao S. 2007. Hydrological model calibration using ground base and space borne time lapse gravity surveys, Thesis, Technical University of Denmark.
- [12] Krahenbuhl R.A., Li Y. 2012. Time lapse gravity: A numerical demonstation using robust inversion and joint interpretation of 4D surface and borehole data, Vol.77, No. 2, pp. 33-43.
- [13] Telford, W.M., Geldart, L.P., dan Sheriff, R.P. 1990. Applied Geophysics 2nd ed, Cambridge University Press