

DOI: doi.org/10.21009/03.SNF2017.02.CIP.16

ANALISIS KETELITIAN PENGUKURAN GAYABERAT MENGGUNAKAN METODE *GRID* TERATUR DAN *GRID* ACAK

Herdiyanti Resty Anugrahningrum^{1, a)}, Mahmud Yusuf²⁾, M. Rizha Al Hafiz¹⁾

¹*Sekolah Tinggi Meteorologi Klimatologi dan Geofisika*

²*Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika*

Email: ^{a)}herdirestyherdi@gmail.com

Abstrak

Penelitian dengan menggunakan metode gayaberat telah banyak dilakukan di Indonesia. Metode gayaberat merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengetahui struktur bawah permukaan berdasarkan perbedaan massa jenis batuan termasuk untuk monitoring penurunan muka tanah maupun air tanah. Metode gayaberat mempunyai respon anomali yang sangat kecil sehingga harus dilakukan perencanaan survei yang baik. Salah satu perencanaan survei yang baik yaitu dengan strategi pengambilan data yang baik. Pengambilan data dalam metode gayaberat mikro dilakukan dengan cara *gridding*. Dalam penelitian ini, digunakan dua jenis *grid* yang berbeda yaitu *grid* secara teratur dan *grid* secara acak. Simulasi lapangan telah dilakukan di *basement* Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Kemayoran, Jakarta Pusat untuk melihat perbedaan nilai gayaberat jika dilakukan dengan menggunakan dua metode *grid* yang berbeda. Pengambilan data dengan *grid* teratur menghasilkan 121 titik termasuk *base* dan pengambilan data dengan *grid* acak menghasilkan 80 titik termasuk *base*. Berdasarkan hasil analisis terhadap simulasi lapangan, terdapat perbedaan nilai gayaberat yang sedikit berbeda antara *grid* teratur dan *grid* acak. Pengambilan data dengan menggunakan *grid* teratur menghasilkan nilai gayaberat sebesar 56,7 – 58,2 mGal, sedangkan pengambilan data dengan menggunakan *grid* acak menghasilkan nilai gayaberat sebesar 56,3 - 58 mGal. Pengambilan data menggunakan *grid* teratur dengan interval tertentu mempunyai respon anomali yang lebih teliti dibandingkan pengambilan data menggunakan *grid* acak.

Kata-kata kunci: gayaberat, *grid* teratur, *grid* acak

Abstract

Many researches had been conducted in Indonesia using gravity to understand subsurface structure better. Gravity method is done based on differences on rocks densities including land and water surface subsidence. Gravity method has very small anomaly response thus a good survey planning is very necessary to be done including a good measurement strategy. Gravity method measurement is done by gridding which can be divided into two, regular and random gridding. Field simulation had been done in Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) basement in Kemayoran, Central Jakarta to see the differences if measurement is done using different gridding. Regular gridding measurement was done on 121 points including base point and random gridding measurement had been done using 80 points including base point. After measurement is done, next thing to do is analysing the data and the result shows slight difference between two gridding method. Measurement using regular gridding generates data in range of 56,7 – 58.2 mGal, and output of random gridding measurements varies between 56.3 – 58 mGal. Regular gridding measurement has more accurate anomaly response than random gridding measurement.

Keywords: gravity, regular grid, random grid

PENDAHULUAN

Metode gayaberat banyak dilakukan untuk mengetahui struktur bawah permukaan berdasarkan perbedaan masa jenis batuan. Selain itu, metode gayaberat juga dapat dilakukan untuk monitoring penurunan tanah dan air tanah. Respon anomali yang dihasilkan sangat kecil (orde μGal) sehingga harus dilakukan perencanaan survei yang baik. Perencanaannya yaitu dengan mengetahui respon gayaberat, spesifikasi gravimeter yang digunakan, jarak antar titik pengukuran yang digunakan, serta strategi pengambilan data yang baik [1].

Hasil pengukuran di beberapa tempat dipengaruhi oleh faktor eksternal dan faktor internal. Faktor eksternal meliputi pasang surut bumi dan pasang surut laut, perubahan tekanan udara, dan lain-lain. Sedangkan faktor internal yaitu kesalahan alat, faktor kalibrasi, apungan (drift), kemiringan alat, pengaruh suhu, kesalahan pembacaan, dan guncangan [2]. Dalam survei gayaberat, dilakukan 2 strategi survei yaitu distribusi titik ukur gayaberat dan pengambilan data gayaberat [3]. Distribusi titik ukur sebaiknya dilakukan dalam bentuk grid dengan interval tertentu.

Dalam penelitian ini, penulis akan melakukan analisis ketelitian distribusi titik pengukuran dengan menggunakan dua jenis metode grid yang berbeda, yaitu metode grid teratur dan grid secara acak. Kedua metode tersebut akan dianalisa untuk mereduksi kesalahan pengukuran akibat faktor eksternal dan internal dari alat sehingga dapat melihat anomali yang sangat kecil. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi teknik pengukuran gayaberat yang baik.

DATA DAN METODE

2.1 Data dan Daerah Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data primer yang dilakukan dengan menggunakan gravimeter relatif Scintrex Autograv CG-5. Penelitian dilakukan di Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Kemayoran (BMKG), Jakarta Pusat. Daerah penelitian terletak pada koordinat $6,15537022^{\circ}\text{S} - 6,155894132^{\circ}\text{S}$ dan $106,8420345^{\circ}\text{E} - 106,8425413^{\circ}\text{E}$. Lokasi penelitian berada di atas parkir basement seperti yang terlihat pada Gambar 2.1 dan Gambar 2.2. Pengambilan data dengan metode grid teratur dilakukan oleh tim UNJ (2016) sebanyak 121 titik termasuk base. Sedangkan pengambilan data dengan metode grid acak dilakukan sebanyak 80 titik termasuk base. Base terletak di taman alat. Penelitian dilakukan dalam dua periode yang berbeda. Penelitian pertama yaitu dengan menggunakan grid teratur dilakukan tanggal 15 Agustus 2016 hingga 18 Agustus 2016 sedangkan penelitian kedua dengan menggunakan grid acak dilakukan pada tanggal 17 Januari dan 24 Januari 2017.



GAMBAR 2.1 Lokasi penelitian beserta titik-titik pengukuran dengan metode grid teratur (Google Earth, 2017)



GAMBAR 2.2 Lokasi penelitian beserta titik-titik pengukuran dengan metode grid acak (Google Earth, 2017)

2.2 Koreksi Data Gayaberat

Anomali gayaberat yang disebabkan oleh sumber anomali dekat permukaan dan anomali yang disebabkan oleh dinamika fluida bawah permukaan mempunyai respon yang kecil bahkan lebih kecil dari koreksi pasang surut gayaberat, maka koreksi pasang surut gayaberat merupakan hal yang sangat penting dalam pengukuran gayaberat mikro [4].

Kemudian dilakukan koreksi apungan yang bertujuan untuk mereduksi perbedaan pembacaan nilai gayaberat di stasiun yang sama pada waktu yang berbeda. Perbedaan pembacaan ini disebabkan karena adanya guncangan pegas pada alat gravimeter selama proses transportasi dari satu stasiun menuju stasiun lainnya. Koreksi ini dilakukan dengan menggunakan proses looping, yaitu pengukuran berulang pada stasiun-stasiun yang menjadi titik ikat [5]. Untuk mencari nilai drift, digunakan rumus sebagai berikut :

$$drift_{t_n} = \frac{(t_n - t_1)}{(t_N - t_1)} (g_N - g_1) \quad (1)$$

Dimana t_n merupakan waktu pembacaan pada stasiun ke-n, t_1 merupakan waktu pembacaan pada stasiun base (awal looping), t_N merupakan waktu pembacaan pada stasiun base (akhir looping), g_1 merupakan bacaan gravimeter (terkoreksi pasang surut) pada stasiun base (awal looping), g_N merupakan bacaan gravimeter (terkoreksi pasang surut) pada stasiun base (akhir looping).

Koreksi apungan selalu dikurangkan terhadap bacaan gravimeter, maka :

$$g_{obs} = g_{Tps} - g_1 \quad (2)$$

Dimana g_{obs} merupakan nilai anomali gayaberat terkoreksi pasang surut dan apungan, dan g_{Tps} merupakan nilai anomali gayaberat terkoreksi pasang surut.

2.3 Anomali Gayaberat

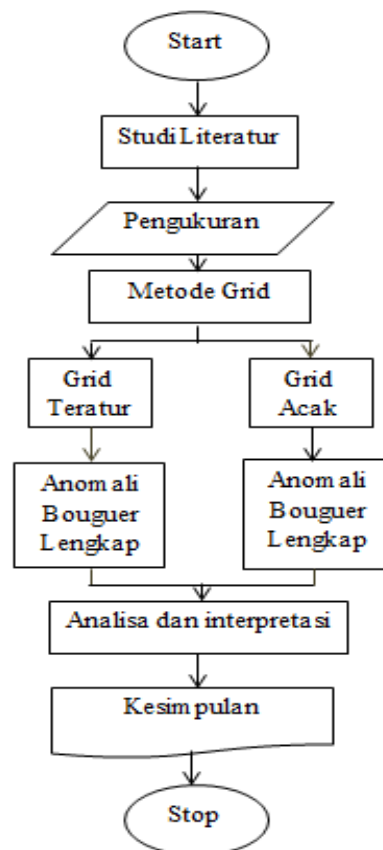
Representasi anomali gayaberat yang disebabkan oleh adanya perubahan rapat massa bawah permukaan baik pada arah vertikal maupun horizontal dirumuskan sebagai anomali bouguer lengkap. Anomali pada stasiun (x,y,z) didefinisikan sebagai [6] :

$$\Delta g_B(x, y, z) = g_{obs}(x, y, z) - g_\varphi(x, y, z) + ah(x, y, z) - b\rho_B h(x, y, z) + c\Delta h(x, y, z) \quad (3)$$

Dimana g_{φ} merupakan gayaberat teoritis pada lintang φ , a merupakan konstanta free-air (0,3085 mgal/m), b merupakan konstanta koreksi bouguer (0,04193), c merupakan konstanta medan, ρ_B merupakan rapat massa bouguer, h merupakan ketinggian stasiun, Δh merupakan beda tinggi stasiun terhadap lokasi di sekitarnya.

Besarnya nilai g_{φ} pada setiap periode pengukuran sama dan pada daerah yang mempunyai topografi relatif datar, pengaruh medan ($c\Delta h$) sangatlah kecil ($\ll 0.79 \mu\text{Gal}$ untuk perubahan ketinggian setinggi 1 cm) sehingga suku ini dapat diabaikan.

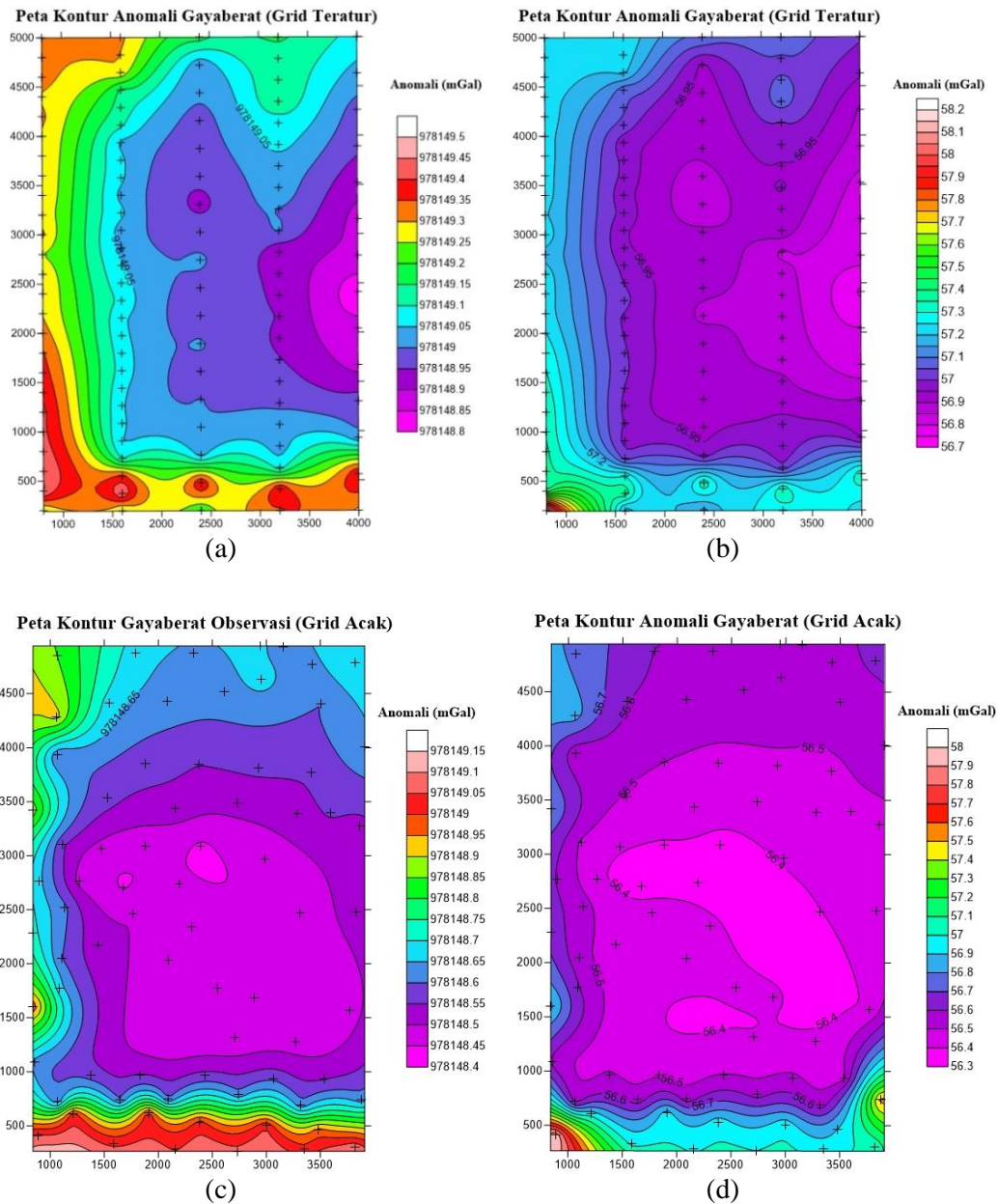
Diagram alir penelitian ditampilkan pada Gambar 2.3 sebagai berikut :



GAMBAR 2.3 Diagram alir penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data anomali bouguer yang telah diperoleh dari perhitungan, kemudian dipetakan dengan menggunakan software Surfer 10 seperti yang terlihat pada Gambar 2.4(b) dan Gambar 2.4(d) di bawah.



GAMBAR 2.4 (a) Kontur gayaberat observasi dengan metode grid teratur, (b) kontur anomali gayaberat dengan metode grid teratur, (c) kontur gayaberat observasi dengan metode grid acak, (d) kontur anomali gayaberat dengan metode grid acak.

Berdasarkan peta kontur di atas, dapat diketahui bahwa terdapat perbedaan kontur antara data yang diambil dengan menggunakan grid teratur dan data yang diambil dengan menggunakan grid secara acak. Pada Gambar 2.4(b) garis kontur terlihat lebih rapat dibandingkan dengan Gambar 2.4(d). Hal ini dikarenakan pada Gambar 2.4(b) data yang diambil cukup rapat dan diambil dengan interval 2 m, sedangkan pada Gambar 2.4(d) data yang diambil tidak rapat dan tidak menggunakan interval.

Nilai anomali yang dihasilkan tidak jauh berbeda antara data yang diambil dengan metode grid teratur atau data yang diambil dengan grid acak. Pada Gambar 2.4(b) diperlihatkan bahwa nilai anomali yang dihasilkan dari pengambilan data dengan grid teratur berkisar antara 56,7 hingga 58,2 mGal. Hanya terdapat sedikit perbedaan nilai dengan data yang diambil dengan menggunakan grid acak, yaitu berkisar antara 56,3 hingga 58 mGal. Nilai tertinggi berada di titik pengukuran pertama

yang berada di depan Gedung I BMKG sebesar 57,98 mGal (grid acak) dan 58,16 mGal (grid teratur).

Pengukuran dengan menggunakan metode gayaberat harus dilakukan secara baik dan teliti karena anomali yang dihasilkan mempunyai respon yang sangat kecil. Distribusi titik pengukuran juga harus diperhatikan, sebaiknya distribusi titik pengukuran dibuat secara merata yang mencakup seluruh daerah yang akan diteliti dengan menggunakan grid dalam interval atau space grid tertentu. Faktor-faktor lain yang mempengaruhi nilai gayaberat diantaranya adalah curah hujan, daerah penelitian, kondisi tanah di titik pengukuran, serta gangguan aktivitas di sekitar daerah penelitian.

KESIMPULAN

Respon anomali gayaberat yang dihasilkan dari pengukuran sangat kecil, sehingga diperlukan perencanaan survei yang baik. Salah satu perencanaan tersebut yaitu dengan distribusi titik pengukuran. Berdasarkan hasil simulasi di BMKG, diperoleh bahwa pengukuran gayaberat dengan menggunakan metode grid teratur lebih teliti dibandingkan pengukuran gayaberat dengan menggunakan metode grid acak. Sebaiknya distribusi titik pengukuran dibuat secara merata yang mencakup seluruh daerah yang akan diteliti dengan menggunakan grid dalam interval atau space grid tertentu. Faktor-faktor lain yang mempengaruhi nilai gayaberat diantaranya adalah curah hujan, daerah penelitian, kondisi tanah di titik pengukuran, serta gangguan aktivitas manusia di sekitar daerah penelitian.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penulisan makalah ini, dosen pembimbing, tim UNJ yang telah melakukan pengukuran tahap pertama dan teman-teman yang membantu dalam pengukuran tahap kedua.

REFERENSI

- [1] Sarkowi, M., W.G.A. Kadir, dan D. Santoso, 2005, Strategy of 4D Microgravity Survey for the Memantau of Fluid Dynamics in the Subsurface, *Proceedings World Geothermal Congress 2005*, Turki, 24-29 April 2005.
- [2] Yusuf, M., 2015, Analisis Data Gayaberat Kombinasi dengan Menggunakan Gravimeter Absolut (A10) dan Gravimeter Relatif (LaCoste Romberg), *Tesis*, Program Studi Teknik Geofisika Institut Teknologi Bandung: Bandung.
- [3] Sarkowi, Muh., 2005, Survey Gayaberat Mikro 4D untuk Memantau Dinamika Air Tanah, *Jurnal Sains Tek*, 3, 11, 187-193.
- [4] Sarkowi, Muh., 2010, Pasang Surut Gayaberat Observasi dan Teoritik pada Survei Gayaberat-mikro, Himpunan Ahli Geofisika Indonesia: Jakarta. Supriyadi, 2009, Studi Gaya Berat Relatif di Semarang, *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia* 5, 54-61.
- [5] Telford, W.M., Geldart, L.P., Sheriff, R.E., 1990, *Applied Geophysics*. Second Edition, Cambridge University Press: Cambridge.
- [6] Minardi, S., Hiden, D. Dahrin, M. Yusuf, 2014, Analisa Penurunan Air Tanah dan Amblesan Tanah dengan Metode Gayaberat Mikro dan Gradien Vertikal Antar Waktu: Studi Kasus di Jakarta, *Jurnal Ilmu DASAR*, 1, 15, 7-14.
- [7] Fukuda, Y., J. Nushijima, Y. Sofyan, M. Taniguchi, M. Yusuf, H. Z. Abidin, 2016, Application of A10 Absolute Gravimeter for Memantau Land Subsidence in Jakarta, Indonesia, *International Symposium on Geodesy for Earthquake and Natural Hazards (GENAH)*. doi: 10.1007/1345_2016_221.