

Perhitungan Anomali Residual dan Regional Data Metode Gravitasi Dengan Filter Polinomial Menggunakan *Microsoft Excel*

The Computation of Residual and Regional Anomaly of Gravity Method Data By Polynomial Filter Using Microsoft Excel

Muhajirin*, Nazli Ismail, dan Bukhari

Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Syiah Kuala

Received February, 2020, Accepted March, 2020

DOI: 10.24815/jacps.v9i2.15745

Eksplorasi metode gravitasi umumnya dilakukan untuk mencari objek di bawah permukaan yang dangkal sehingga perlu dilakukan pemisahan anomali residual dan regional dari anomali Bouguer lengkap. Perhitungan anomali residual biasanya menggunakan *software* khusus untuk pengolahan data geofisika yang berlisensi atau algoritma dengan bahasa pemrograman, sedangkan program *Microsoft Excel* pada PC dan *notebook* biasa digunakan untuk perhitungan polinomial pada pengolahan data statistik. Penelitian ini memperkenalkan cara menghitung anomali residual menggunakan *Microsoft Excel* dengan filter polinomial. Hasil validasi yang menggunakan model sintetik menunjukkan bahwa perhitungan tersebut dapat diaplikasikan pada data metode gravitasi. Aplikasi pada data lapangan diperoleh bahwa anomali residual berfrekuensi tinggi, sedangkan anomali regional berfrekuensi rendah. Nilai anomali regional dipengaruhi oleh *trendline* anomali Bouguer lengkap dalam domain jarak. Hasil ini relatif sama dengan hasil perhitungan *software* lainnya.

Gravity method exploration was generally conducted to seek the object in shallow underground so that required residual and regional anomaly separation of complete Bouguer anomaly. The residual anomaly separation was usually used by the special softwares for geophysics that require licency or algorithm by programming language, however the program of Microsoft Excel in the PC or notebook was usually applied to compute the polynomial filter for statistic data analysis. This research introduces how to compute residual anomaly using Microsoft Excel through polynomial filter. The validation result of sintetic model shows that the computation using Microsoft Excel can be applied to gravity method data. The application of field data was obtained that residual anomaly has high frequency, whereas residual anomaly has low frequency. The value of regional anomaly was influenced by trendline of complete Bouguer anomaly in distance domain. This result relatively equals to the result of other softwares.

Keywords: *gravity method, residual anomaly, regional anomaly, polynomial filter, Microsoft Excel*

Pendahuluan

Nilai percepatan gravitasi adalah parameter yang terukur oleh alat metode gravitasi untuk mengidentifikasi objek di bawah permukaan. Namun, nilai percepatan gravitasi yang terukur dipengaruhi juga oleh kelelahan alat, interaksi dengan benda langit, letak geografis, ketinggian, dan topografi (Blakely, 1995). Pengaruh tersebut dihilangkan dengan cara reduksi nilai percepatan gravitasi melalui enam koreksi, yaitu koreksi *drift* karena kelelahan alat, koreksi *tide* karena interaksi dengan benda langit, koreksi *latitude* karena letak

geografis, koreksi *free air* karena ketinggian, koreksi Bouguer karena variasi densitas, dan koreksi *terrain* karena topografi. Hasil koreksi ini adalah anomali Bouguer lengkap (Reynolds, 1995). Anomali Bouguer lengkap adalah anomali percepatan gravitasi yang hanya dipengaruhi oleh target di bawah permukaan. Anomali Bouguer lengkap merupakan hasil penjumlahan dari anomali residual dengan anomali regional. Anomali residual dipengaruhi oleh struktur yang dangkal, sedangkan anomali regional dipengaruhi oleh struktur yang dalam (Telford, 1990). Metode gravitasi mampu

menjangkau target yang dalam di bawah permukaan, tetapi kebanyakan survei metode gravitasi menargetkan struktur yang dangkal sehingga penting dilakukan pemisahan anomali residual.

Purnomo (2016) telah membandingkan hasil pemisahan anomali residual dan regional dengan filter *moving average*, polinomial, dan *inversion*. Filter yang paling efektif adalah polinomial sehingga digunakan dalam penelitian ini. Filter polinomial telah digunakan juga untuk penandaan batas cekungan (Obasi, 2018) dan identifikasi endapan aluvium (Pebrian, 2019). Filter polinomial efektif digunakan untuk memisahkan anomali residual. Perhitungan anomali residual sebelumnya menggunakan dua jenis *software*. Pertama, *software commercial* khusus geofisika, seperti *Surfer* dan *Oasis Montaj* (Pebrian, 2019). Kedua, *software* lainnya yang membutuhkan kemampuan untuk membuat *code* program, seperti *Fortran* dan *Matlab* (Purnomo, 2016). Kedua jenis *software* tersebut kurang efektif untuk digunakan karena *software* tersebut harus dibeli dan dipelajari lagi cara penggunaannya.

Penelitian ini memberikan solusi alternatif berupa penggunaan *Microsoft Excel* dengan formula sederhana. Pemilihan *software* ini karena sering atau populer digunakan dan telah tersedia di setiap perangkat komputer. *Software* ini juga menyediakan banyak fungsi, *subprogram*, dan statistik yang memudahkan perhitungan. Selain itu, terdapat perhitungan yang serupa dengan filter polinomial, tetapi digunakan secara umum. Anomali residual tidak langsung diperoleh dengan menginput data ke *Microsoft Excel*, tetapi diperlukan beberapa tahapan sederhana. Langkah-langkah perhitungan anomali residual dengan *Microsoft Excel* diuraikan dalam *paper* ini.

Metodologi

Filter polinomial menghitung anomali regional terlebih dahulu sebelum menghitung anomali residual. Filter ini memperkirakan *trendline* dari anomali Bouguer lengkap. Anomali regional filter polinomial dihitung melalui pers. (1)

$$\Delta g_{reg} = p_0 + p_1 x \quad (1)$$

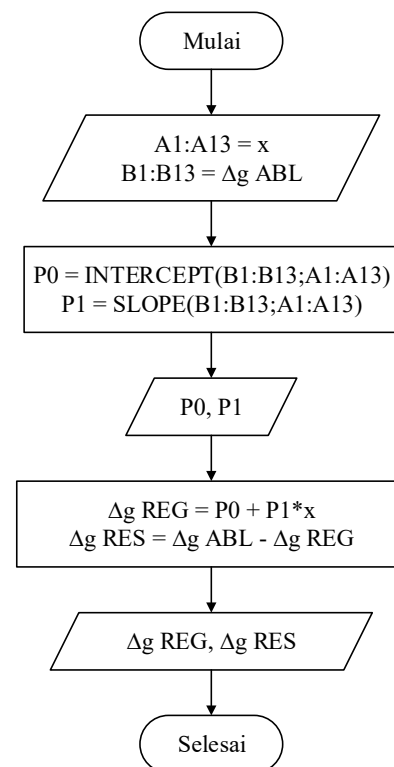
dimana Δg_{reg} adalah anomali regional, p_0 dan p_1 adalah konstanta, dan x adalah variabel bebas berupa jarak. Proses perhitungan anomali regional filter polinomial hampir sama dengan regresi linear.

Prinsip perhitungan dari filter polinomial adalah menentukan nilai konstanta dan menghitung nilai anomali regional (Purnomo, 2016). Anomali residual merupakan selisih antara anomali Bouguer lengkap dengan anomali regional. Secara matematis dinyatakan oleh pers. (2)

$$\Delta g_{ABL} = \Delta g_{reg} + \Delta g_{res} \quad (2)$$

dimana Δg_{ABL} adalah anomali Bouguer lengkap, Δg_{reg} adalah anomali regional, dan Δg_{res} adalah anomali residual (Kearey, 2002).

Perhitungan anomali residual dan regional filter polinomial dilakukan melalui tiga tahap. Tahap pertama adalah menggunakan data sintetik yang telah diketahui nilai anomali residual, anomali regional, dan anomali Bouguer lengkap untuk melakukan perhitungan seperti yang ditunjukkan oleh diagram alir pada Gambar 1. Tahap kedua adalah memvalidasi kesamaan antara anomali hasil perhitungan dengan anomali yang telah diketahui. Tahap ketiga adalah menggunakan data hasil pengukuran metode gravitasi untuk menghitung anomali residual dan regional dengan langkah seperti yang ditunjukkan oleh diagram alir pada Gambar 1.



Gambar 1 Diagram alir perhitungan anomali residual menggunakan *Microsoft Excel*

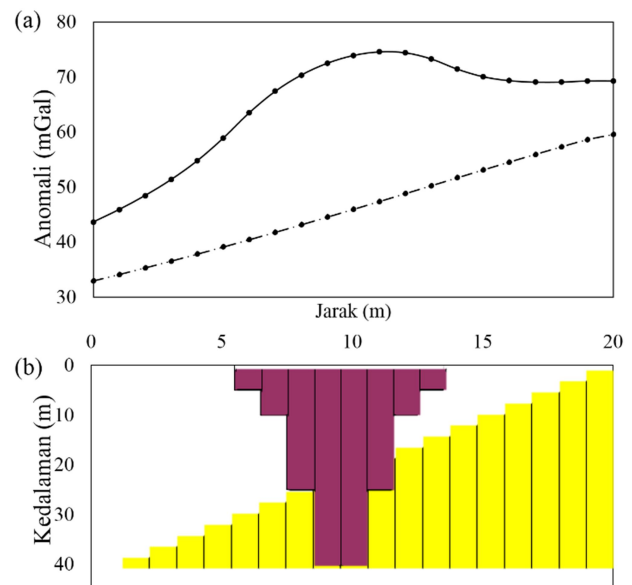
Gambar tersebut menunjukkan langkah-langkah perhitungan anomali residual dan anomali regional menggunakan *Microsoft Excel*. Data x yang diinput ke dalam kolom A1:A13 merupakan variabel bebas yang berselisih konstan, yaitu barisan aritmatika. Data yang dimasukkan ke dalam kolom B1:B13 adalah anomali Bouguer lengkap. Setelah itu, dilakukan perhitungan nilai konstanta p_0 dan p_1 . Konstanta p_1 merupakan gradien dari persamaan (2) dan p_0 adalah konstanta dari persamaan linear. Nilai konstanta p_1 dihitung dengan menggunakan perintah `=SLOPE(B1:B13;A1:A13)` karena fungsi `SLOPE` digunakan untuk mencari kemiringan dari *trendline*. Nilai konstanta p_0 dihitung dengan menggunakan perintah `=INTERCEPT(B1:B13;A1:A13)` karena fungsi `INTERCEPT` digunakan untuk mencari titik potong *trendline* dengan sumbu-Y. Selanjutnya, persamaan (2) digunakan untuk menghitung anomali regional dengan mensubstitusi nilai konstanta p_0 dan p_1 yang telah diperoleh. Anomali residual diperoleh dengan cara mengurangi anomali Bouguer lengkap dengan anomali regional.

Hasil dan Pembahasan

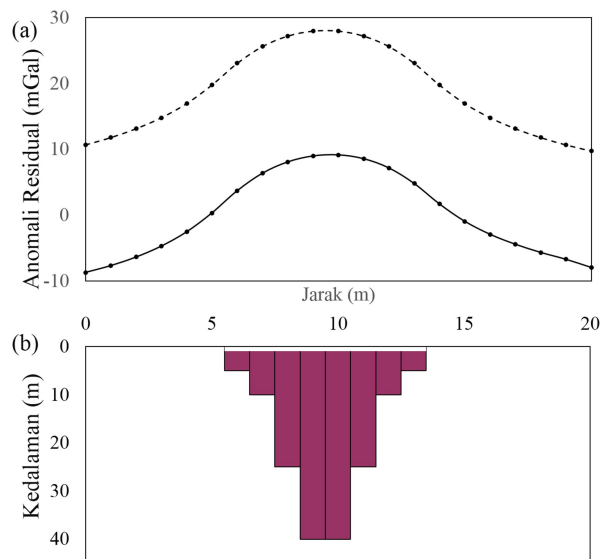
Model sintetik yang digunakan untuk melakukan validasi perhitungan di *Microsoft Excel* ditunjukkan pada Gambar 2. Model sintetik tersebut merupakan model yang diadopsi dari Kearey (2002) karena respon residual, respon regional, dan respon totalnya telah diketahui. Respon model sintetik tersebut merupakan profil anomali percepatan gravitasi hasil pengukuran di dekat Darnley Bay, NWT, Canada dan digunakan untuk menjelaskan ambiguitas model densitas dalam buku Kearey (2002). Respon total (residual dan regional atau disebut respon Bouguer lengkap) ditunjukkan oleh garis utuh dan respon regional ditunjukkan oleh garis putus-putus pada Gambar 2.(a). Respon regional disebabkan oleh objek patahan (kuning) dan respon total disebabkan oleh objek (ungu) dan patahan (kuning) pada Gambar 2.(b). Kontras densitas antara patahan (kuning) dengan *background* adalah $0,5 \text{ g cm}^{-3}$ dan kontras densitas antara objek (ungu) dengan *background* adalah $0,3 \text{ g cm}^{-3}$. Kedalaman objek adalah 40 km seperti pada Gambar 2.(b).

Hasil perhitungan anomali residual dengan *Microsoft Excel* valid dengan respon residual dari model sintetik yang tersedia di buku Kearey (2002). Respon model sintetik yang ditunjukkan oleh garis putus-putus pada Gambar 3.(a) adalah anomali

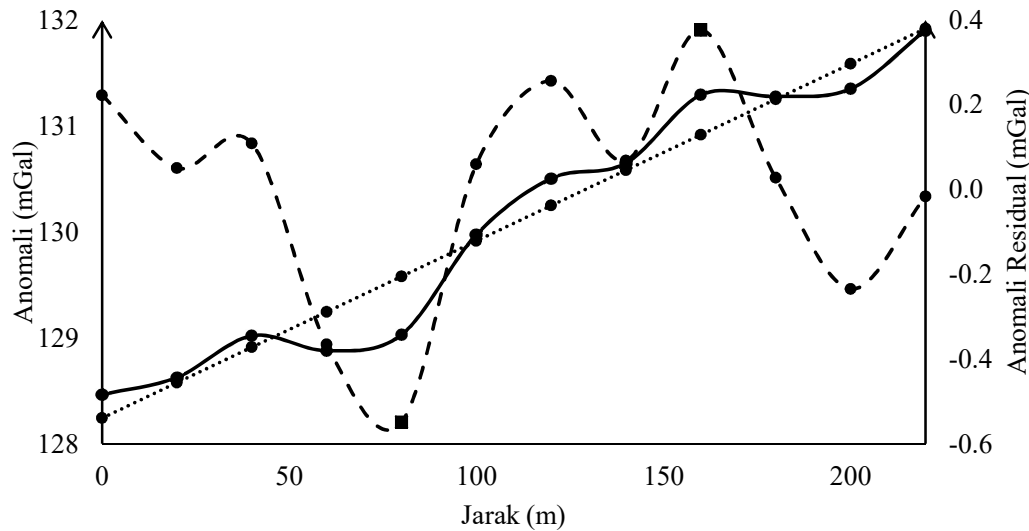
residual yang hanya dipengaruhi oleh objek di bawah permukaan seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 3.(b). Anomali residual hasil perhitungan menunjukkan pola yang sama dengan respon residual dari model sintetik seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 3.(a).



Gambar 2 Model sintetik dari buku Kearey (2002) menampilkan (a) respon total (garis utuh) dan respon regional dari model sintetik (garis putus-putus) (b) model regional (kuning) dan objek yang dicari (ungu)



Gambar 3 Hasil validasi perhitungan (a) respon residual (garis putus-putus) dan anomali residual hasil perhitungan (garis utuh) dari model sintetik (b) model sintetik yang dicari (ungu)



Gambar 4 Anomali Bouguer lengkap (garis utuh), anomali regional (garis titik), dan anomali residual (putus-putus)

Perbedaan letak anomali residual hasil perhitungan dengan respon dari model sintetik disebabkan oleh nilai *intercept* dari *trendline*. Pendekatan linear dari data anomali Bouguer lengkap disebut *trendline* anomali Bouguer lengkap atau anomali regional. Titik potong antara anomali regional dengan sumbu y (pada jarak nol) adalah *intercept*. Hal ini tidak mempengaruhi hasil anomali residual karena bentuk atau pola anomali residual yang digunakan untuk menginterpretasi objek dangkal di bawah permukaan.

Analisis *error* perhitungan dilakukan dengan formula korelasi. Perhitungan nilai *error* melibatkan anomali residual hasil perhitungan dan respon dari model sintetik. Nilai *error* yang diperoleh kecil, yaitu 0,7% yang dihitung dengan perintah $=1-CORREL(D4:D24;J4:J24)$. Data pada kolom D4:D24 merupakan anomali residual hasil perhitungan. Data pada kolom J4:J24 merupakan respon dari model sintetik. Dengan demikian, perhitungan anomali residual menggunakan *Microsoft Excel* dengan filter polinomial sudah dikalibrasi dan dapat diaplikasikan untuk menghitung anomali residual dari data anomali Bouguer lengkap metode gravitasi. Perhitungan polinomial tersebut diaplikasi untuk data anomali Bouguer lengkap metode gravitasi. Hasil perhitungan anomali residual dan regional dengan *Microsoft Excel* ditunjukkan oleh Gambar 4.

Anomali Bouguer lengkap ditunjukkan oleh garis utuh, anomali regional ditunjukkan oleh garis titik, dan anomali residual ditunjukkan oleh garis

putus-putus pada Gambar 4. Nilai anomali Bouguer lengkap data metode gravitasi berkisar antara 128,463 mGal sampai dengan 131,901 mGal. Nilai tertinggi berlokasi pada jarak nol dan nilai terendah berlokasi pada jarak 220 m.

Anomali regional hasil perhitungan (garis titik) merupakan *trendline* dari anomali Bouguer lengkap. *Trendline* merupakan persamaan linear dari *trend* data anomali Bouguer lengkap. Pendekatan linear dilakukan karena polinomial orde satu. Nilai anomali regional semakin besar ke arah yang jaraknya lebih jauh. Nilai anomali regional berkisar antara 128,241 mGal sampai dengan 131,918 mGal. Kurva anomali regional ini memiliki kemiringan (*slope*) sebesar 0,017 mGal/m dan konstanta (*intercept*) sebesar 128,241 mGal. Nilai *intercept* menunjukkan nilai anomali regional pada jarak nol meter. Anomali regional memiliki frekuensi rendah karena nilainya tidak berfluktuasi dalam domain jarak seperti yang ditunjukkan oleh garis titik pada Gambar 4.

Hasil pengurangan anomali Bouguer lengkap (garis utuh) dengan anomali regional (garis titik) adalah anomali residual (garis putus-putus) seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4. Nilai anomali residual ini berkisar antara -0,549 mGal sampai dengan 0,376 mGal. Anomali residual tertinggi berlokasi pada jarak 160 m dan nilai terendah berlokasi pada jarak 80 m seperti yang ditunjukkan oleh simbol persegi pada Gambar 4. Anomali residual memiliki frekuensi tinggi karena nilai anomali residual berfluktuasi dalam domain jarak

seperti yang ditunjukkan oleh garis utuh pada Gambar 4.

Kesimpulan

Hasil perhitungan anomali residual dengan *Microsoft Excel* valid dengan anomali residual model sintetik. Perhitungan ini dapat diaplikasikan untuk data metode gravitasi. Hasil perhitungan anomali residual menggunakan *Microsoft Excel* dari data lapangan yang telah direduksi menjadi anomali Bouguer lengkap adalah berkisar antara $-0,549$ mGal sampai $0,376$ mGal. Nilai terendah berlokasi pada jarak 80 m dan nilai tertinggi berlokasi pada jarak 160 m. Anomali regional bersifat linear dengan nilai gradien $0,017$ mGal/m dan nilai *intercept* $128,241$ mGal. Anomali regional memiliki frekuensi rendah, sedangkan anomali residual berfrekuensi tinggi. Anomali residual filter polinomial dipengaruhi oleh *trendline* anomali Bouguer lengkap. Hasil perhitungan ini relatif sama dengan hasil perhitungan *software* lainnya sehingga dapat diaplikasi untuk data metode gravitasi lainnya.

Ucapan Terima Kasih

Penelitian ini didanai oleh Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Syiah Kuala di bawah skim lektor tahun anggaran 2019.

Referensi

- Blakely, R. J. 1995. *Potential Theory In Gravity and Magnetic Applications*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Kearey, P., Brooks, M., & Hill, I. 2002. *An Introduction to Geophysical Exploration*. Blackwell Science. United Kingdom.
- Obasi, A. I., Selemon, A. O. I., & Nomeh, J. S. 2018. Gravity models as tool for basin boundary demarcation: A case study of Anambra Basin, Southeastern Nigeria. *Journal of Applied Geophysics*. Elsevier. 156, 31-43. <https://doi.org/10.1016/j.jappgeo.2017.11.002>
- Pebrian, M. Q., Marwan, M., & Ismail, N. 2019. Interpretasi Data Anomali Gravitasi untuk Identifikasi Endapan Aluvium di Kuala Gigieng, Aceh Besar. *Risalah Fisika*. 3(1):19-15. <https://doi.org/10.35895/rf.v3i1.119>
- Purnomo, J., Koesuma, S., & Yuniarto, M. 2016. Pemisahan Anomali Regional-Residual pada Metode Gravitasi Menggunakan Metode Moving Average, Polynomial dan Inversion. *Indonesian Journal of Applied Physics*. 3(1): 10-20. <https://doi.org/10.13057/ijap.v3i01.1208>
- Reynolds, J.M. 1995. *An Introduction to Applied and Environmental Geophysics*. John Wiley & Sons, Ltd. United State.
- Telford, W.M., Geldart, L.P., Sheriff, R.E. 1990. *Applied Geophysics*. Cambridge University Press, Cambridge.