Geo-Science

Jurnal Geologi dan Sumberdaya Mineral
Journal of Geology and Mineral Resources
Center for Geological Survey, Geological Agency, Ministry of Energy and Mineral Resources
Journal homepage: http://jgsm.geologi.esdm.go.id
ISSN 0853 - 9634, e-ISSN 2549 - 4759

Aplikasi Geostatistik dalam Estimasi Nilai Sebaran Anomali Gayaberat: Studi Kasus Pemetaan Gayaberat Pulau Biak, Papua Barat

Geostatistical Aplication on Estimation of Gravity Anomaly Value Distribution: Case Study of the Gravity Mapping in Batik Island, West Papua

Eddy Supriyana[1] dan Tatang Padmawidjaja [2]

[1]Departemen Geofisika FMIPA, Universitas Padjadjaran Bandung
[2]Pusat Survei Geologi, Jl.Diponegoro no. 57 Bandung
e-mail : e.supriyana@geophys.unpad.ac.id; tatangpadma@gmail.com

Naskah diterima : 01 Maret 2021, Revisi terakhir : 08 Juni 2021 Disetujui : 16 Juni 2021, Online : 16 Juni 2021
DOI: http://dx.doi.org/10.33332/jgsm.geologi.22.2.99-106p

Abstrak-Uji geostatistik telah dilakukan untuk mengurangi tingkat kesalahan pada data anomali gayaberat yang mempunyai multivariabel, seperti variabel medan gayaberat, jarak dan parameter fisika batuan.

Survei gayaberat yang akan digunakan untuk pemetaan gayaberat secara sistematik diperlukan adanya distribusi random atau distribusi Poisson, yaitu uji uniformitas (x^2) dan analisis data terdekat. Hasil pengukuran gayaberat di Pulau Biak memperlihatkan adanya distribusi data yang tidak seragam sehingga menunjukan nilai test uniformitas lebih besar, sedangkan analisis data terdekat menunjukkan kerapatan titik data yang cukup baik. Hasil analisis berdasarkan uji uniformitas ini diharapkan akan membuat resolusi lebih baik sehingga mempermudah analisis data gayaberat untuk eksplorasi lebih lanjut

Katakunci: Biak, medan gayaberat, analisis tetangga terdekat, uji uniformitas.

Abstract- *Geostatistical tests have been carried out for reducing the error rate in the gravity anomaly data that have multivariable, such as gravity field variables, distance and rock physics parameters.*

The gravity survey to be used for systematic gravity mapping requires a random distribution or Poisson distribution, namely the uniformity test (x^2) and analysis of the nearest data. The results of gravity measurement on the Biak Island show that the data distribution is not uniform so that it shows a greater uniformity test value, while the analysis of the nearest data shows a fairly good data point density. Then the analysis results based on this uniformity test should will make the better resolution so that it can easier to allow gravity data analysis for further exploration.

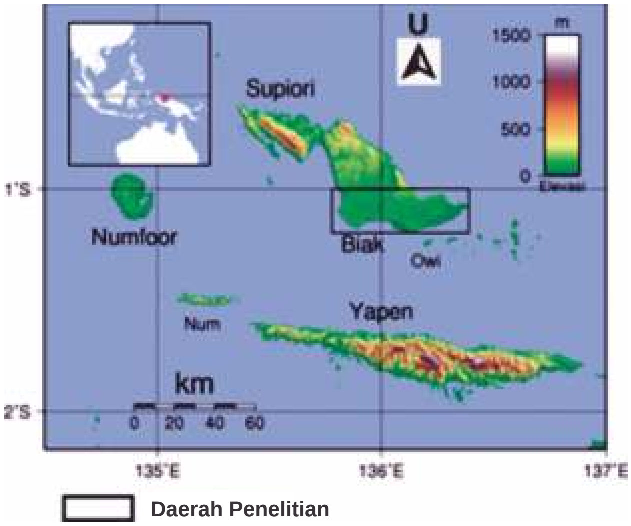
Keywords: Biak, gravity field, nearest neighbor analysis, uniformity test.

PENDAHULUAN

Eksplorasi wilayah kerja migas telah banyak dilakukan dengan menggunakan analisis data seismik yang dikontrol data sumur (*well-seismic tie*). Namun demikian, pada beberapa kondisi pola data seismik tidak memberikan informasi yang jelas. Hal ini disebabkan karena adanya litologi batuan yang berpori seperti daerah vulkanik, sehingga dengan adanya hal seperti itu, maka diperlukan metode eksplorasi lain seperti melakukan kajian gayaberat. Pada eksplorasi gayaberat, pola data yang lebih baik sesuai prosedur pengolahan, dapat digunakan sebagai survei pendahuluan untuk eksplorasi seismik saat dilakukan koreksi dalam pengolahan data maupun distribusi data lapangan. Distribusi data tersebut meliputi interval titik amat, jumlah titik amat dan sebaran titik amat dalam bentuk random maupun lintasan pada area tertentu. Sebagai hasilnya, diperoleh pola sebaran data yang lebih baik yang kemudian dapat digunakan sebagai kontrol data seismik dimana *trace*-nya kurang jelas dalam menunjukkan batas-batas lapisan. Data gayaberat hasil perekaman di lapangan pada dasarnya mempunyai karakter multivariabel, yaitu gabungan antara informasi medan gayaberat, jarak dan sifat fisika batuan yang direpresentasikan sebagai densitas (rapat massa) dan porositas. Salah satu upaya untuk mengurangi tingkat kesalahan dalam interpolasi sebaran data gayaberat, maka pada kajian ini dilakukan dengan uji geostatistik, yaitu kecukupan distribusi data dalam area tertentu, tanpa menentukan jarak antara titik amat.

Tulisan ini menyajikan penerapan metode geostatistik di lokasi Pulau Biak bagian selatan, Papua Barat (Gambar 1). Kajian meliputi proses perhitungan nilai anomali gayaberat yang berupa titik-titik data berdasarkan sistim grid, dimulai dari distribusi titik amat lapangan berbentuk random atau acak. Dengan melakukan pekerjaan ini diharapkan dapat diperoleh hasil yang lebih baik melalui proses perhitungan interpolasi atau estimasi berdasarkan variansi, variogram, *inverse distance* ataupun *kriging*. Tujuan penelitian adalah untuk memperoleh hasil grid yang telah terkoreksi dari jumlah titik amat sesuai hasil test uniformitas (2) dan analisis data titik amat terdekat.

Koreksi-koreksi yang dilakukan dalam proses interpolasi sebaran data sangat bergantung pada teknik dan cara pengambilan data di lapangan, seperti jarak antar titik dan jumlah titik data. Keakuratan nilai data sangat menentukan hasil akhir pada suatu eksplorasi yang berkorelasi dengan kondisi litologi dan sifat fisik batuan.



Gambar 1. Peta daerah penelitian.

METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan sebaran data anomali gayaberat Pulau Biak bagian selatan, Papua Barat yang dipetakan tahun 1997 oleh Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi (sekarang Pusat Survei Geologi). Format data berupa distribusi data secara random dan bersifat regional dengan jarak antar titik amat 2 km sehingga diperoleh 121 buah titik amat (Hayat dan Padamawidjaja, 1997).

Data ukur di lokasi yang mempunyai topografi berundulasi pada umumnya tersebar secara acak dengan jarak spasi pengukuran yang tidak merata. Untuk memperoleh sistem *gridding* yang lebih akurat, maka sebaran data ukur tersebut perlu dievaluasi, sehingga dapat digunakan untuk interpretsi geologi bawah permukaan. Melihat permasalan di atas maka diperlukan suatu pendekatan statistik yang dapat digunakan untuk mengestimasi akurasi peta yang dihasilkan.

Pemrosesan Data

Melakukan estimasi atau interpolasi nilai anomali gayaberat pada sistem *gridding* yang akan digunakan untuk pola sebaran nilai-nilai datanya melalui tahapan analisis yang telah dikemukakan oleh Isaak dan Srivastava (1989) dan Olea (1999) sebagai berikut:

1. Uji uniformitas (x^2)

Uji uniformitas (x^2) merupakan pengujian keseragaman jumlah titik amat di lokasi tertentu. Tahapan yang dilakukan adalah analisis distribusi data lapangan dengan uji uniformitas (x^2) dan membandingkan dengan nilai distribusi kebebasan, hasilnya akan diperoleh pola distribusi titik amat gayaberat, yaitu:

1. Regular yaitu titik amat terletak pada sistim grid atau mempunyai ukuran yang sama.
2. Random yaitu kecenderungan jumlah data dalam subarea sama besarnya.
3. Cluster yaitu titik amat berlompok pada sub-area tertentu.

Pendekatan yang digunakan dengan membagi lokasi survei dalam sub-area, selanjutnya dihitung jumlah titik yang menempati sub-area tersebut, dan menentukan uji dengan menggunakan persamaan:

$$\chi^2 = \sum \frac{(O-E)^2}{E} \quad \text{.................. (1)}$$

dimana x^2 uji uniformitas (data yang diharapkan)

O jumlah data dalam sub-area

E banyaknya titik diharapkan

(T-2) adalah tingkat kebebasan dan T adalah jumlah kotak sub-area.

Uji uniformiats selanjutnya dilakukan pembandingan dengan tabel derajat kebebasan, misalnya dari perhitungan diperoleh $x^2 = 15.23$, sedangkan dari tabel diperoleh dengan α = 5% dan derajat kebebasan (12-2)=10 diperoleh $x^2 = 18.3$, sehingga dapat disebutkan bahwa distribusi data lapangan bersifat random atau mengikuti distribusi Poisson.

2. Analisis data ukur terdekat

Hasil analisis di atas telah memenuhi syarat. Namun demikian, perlu dilakukan ukuran atau jarak titik amat lapangan dalam bentuk random sehingga menghasilkan kualitas peta yang baik yang membantu dalam interpretasinya. Tahapan yang dilakukan adalah (Davis, 1973 dan Bohling, 2005):

a). Harapan jarak rata-rata, yaitu jarak diperlukan pada interval ideal

$$\delta = \frac{1}{2}\sqrt{\frac{A}{n}} \quad \text{.................. (2)}$$

dengan A adalah luas daerah penelitian dan n adalah jumlah titik dalam lokasi peta

b). Kerapatan titik amat lapangan adalah:

$$\lambda = n / A \quad \text{.................. (3)}$$

c). Variansinya adalah:

$$\sigma^2_{\delta} = \frac{(4-\pi)A}{4\pi n^2} \quad \text{.................. (4)}$$

d). Standard error dari δ adalah

$$S_{\delta} = \frac{0.26136}{\sqrt{\frac{n^2}{A}}} \quad \text{.................. (5)}$$

e). Diketahui jarak rata-rata antara titik ukur terdekat, yaitu dengan menjumlahkan jarak tersebut dibagi jumlah titik:

$$\bar{d} = \frac{\sum_{i=1}^{n} d_i}{m} \quad \text{.................. (6)}$$

f). Data statistik titik ukur terdekat adalah

$$R = \frac{\bar{d}}{\bar{\delta}}$$

Distribusi data yang memenuhi distribusi random atau Poisson dengan diperoleh harga R, yaitu : $1 \leq R \leq 2.15$, dimana harga maksimum R = 2.15 terjadi pada bentuk distribusi heksagonal dengan semua titik berjarak sama.

Nilai Anomali Gayaberat pada Sistem Grid

Uji distribusi titik ukur terdekat selanjutnya dilakukan interpolasi, yaitu menentukan nilai anomali pada sistem *gridding*. Untuk menentukan nilai anomali gayaberat pada titik-titik *gridding* melalui tahapan proses (Isaak dan Srivastava, 1989) sebagai berikut.

a. Delaunay Triangulasi

Menentukan nilai estimasi dilakukan pada beberapa titik ukur terdekat dengan perkiraan jarak antara titik lapangan dan titik grid pada batas tertentu atau mengacu pada jarak yang pendek di antara titik amat lapangan (Murdianto, 2005), dengan pendekatan rumus seperti berikut:

$$d_{ik} = \sqrt{(X_{1k} - X_{1i})^2 + (X_{2i} - X_{2i})^2} \quad \text{.................. (7)}$$

dengan d_{ik} adalah jarak dari pengamatan i pada k, estimasi nilai diperoleh dengan bentuk persamaan di bawah ini :

$$\hat{Y} = \frac{\sum_{i=1}^{n} (Y_i / d_{ik})}{\sum_{i=1}^{n} (1/d_{ik})} \quad \text{.......................... (8)}$$

dengan Yˆ adalah nilai yang akan ditentukan pada titik grid, sedangkan Y_i nilai pada titik data lapangan

b. Metoda Kriging

Metoda *kriging* merupakan metoda yang digunakan dalam memperkirakan nilai-nilai data yang tidak diketahui pada lokasi tidak teramati. Dengan menganalisis data yang diketahui, hubungannya dapat melalui variogram percobaan dan dicocokkan dengan model teoritis variogram, akan digunakan sebagai titik kontrol pada proses *kriging* sehingga kontur yang dihasilkan akan mempunyai koreksi yang diyakini (Balia, 1983 dan Del Homme, 1978).

Kriging dapat dicapai melalui perhitungan titik grid sebagai bobot rata-rata titik-titik di sekitarnya. *Kriging* akan menetukan jarak di antara titik kontrol dengan titik grid yang dihitungnya dengan tetap mempertahankan hubungan antar data berdasarkan model variogramnya.

Setiap titik hasil estimasi pada *kriging* merupakan kombinasi linier titik yang berdekatan dan ditulis sebagai:

$$Y_p = \sum W_i Y_i \qquad \text{..........................} (9)$$

dengan Y_p adalah nilai yang akan dicari, W_i bobot yang akan ditentukan pada persamaan linier dan titik ke i, sedangkan Y_i adalah harga pada titik yang diketahui.

Estimasi kesalahan (*error)* akan diperoleh:

$$E_p = \left(\hat{Y}_p - Y_p\right) \qquad \text{..........................} (10)$$

dengan harga Yp diperoleh dari Yp = W_1Y_1+ W_2Y_2+ W_3Y_3 sehingga variasi error diperoleh:

$$S_e^2 = \frac{\sum\left(\hat{Y}_p - Y_p\right)^2}{n}$$

jika $W_1 = 1$, $W_2 = 0$ dan $W_3 = 0$ maka akan diperoleh Y_p=Y_i dengan demikian variansi errornya adalah:

$$S_E^2 = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\left(Y_{pi} - Y_{1i}\right)^2 \qquad \text{......................} (11)$$

Untuk memperoleh kesalahan minimum, bobot bobot W_i dihitung dengan persamaan:

$$\begin{aligned} &W_1\gamma(h_{11}) + W_2\gamma(h_{12}) + W_3\gamma(h_{13}) = (h_{1p}) \\ &W_1\gamma(h_{12}) + W_2\gamma(h_{22}) + W_3\gamma(h_{23}) = (h_{2p}) \qquad \text{..................} (12) \\ &W_1\gamma(h_{13}) + W_2\gamma(h_{23}) + W_3\gamma(h_{33}) = (h_{3p}) \end{aligned}$$

dengan W_1+W_2+W_3=0 dan dengan persamaan Lagrange multiple diperoleh:

$$\begin{aligned} &W_1\gamma(h_{11}) + W_2\gamma(h_{12}) + W_3\gamma(h_{13}) + \lambda = (h_{1p}) \\ &W_1\gamma(h_{12}) + W_2\gamma(h_{22}) + W_3\gamma(h_{23}) + \lambda = (h_{2p}) \qquad \text{.........} (13) \\ &W_1\gamma(h_{13}) + W_2\gamma(h_{23}) + W_3\gamma(h_{33}) + \lambda = (h_{3p}) \\ &\text{W1} \quad + \text{W2} \quad + \text{W3} \quad + 0 \; = 1.0 \end{aligned}$$

Atau dalam bentuk matriks seperti berikut:

$$\begin{pmatrix} \lambda(h_{11}) & \lambda(h_{11}) & \lambda(h_{11}) & 1 \\ \lambda(h_{12}) & \lambda(h_{22}) & \lambda(h_{23}) & 1 \\ \lambda(h_{13}) & \lambda(h_{23}) & \lambda(h_{33}) & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} W_1 \\ W_2 \\ W_3 \\ \lambda \end{pmatrix} = \begin{bmatrix} \lambda(h_{1p}) \\ \lambda(h_{2p}) \\ \lambda(h_{3p}) \\ 1 \end{bmatrix} \qquad \text{.........} (14)$$

Untuk menyelesaikannya digunakan *inverse matriks* sehingga akan diperoleh harga-harga W_1, W_2 dan W_3 sebagai pembobotan serta harga λ. Selanjutnya dengan persamaan : Y_p=W_1 (h_1) +W_2 (h_2) + W_3 (h_3) harga pada titik Yp dimana h_1, h_2 dan h_3 nilai titik amat lapangan (nilai anomali gayaberat), sedang variansi kesalahannya (*variansi error*) dihitung dari persamaan (11).

Penyelesaian persamaan di atas menggunakan matriks dilakukan pada contoh 3 titik amat lapangan (Madelbrot, 1983). Untuk penyelesaian matriks di atas 3 titik pada dasarnya sama, yang membedakan semakin banyak pembobotan W_i dan kecenderungan bersifat regional.

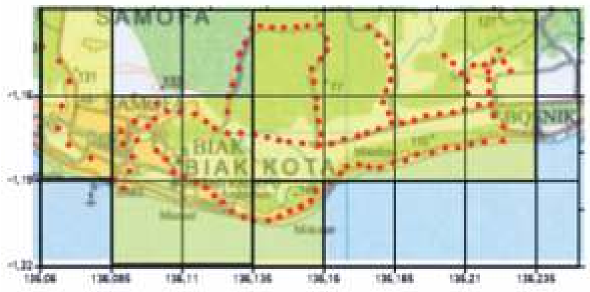
HASIL DAN PEMBAHASAN

Menentukan Distribusi Random atau Distribusi Poison

Pengamatan gayaberat di daerah Biak bagian selatan, Papua Barat tahun 1997, dilakukan oleh Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi (sekarang Pusat Survei Geologi). Penelitian ini bertujuan untuk mengungkap pola struktur geologi bawah permukaan yang dikaitkan dengan penelitian kegempaan di daerah tersebut. Berhubung sebaran titik ukur gayaberat tidak merata (hanya tersebar di sepanjang jalan raya/setapak), maka perlu dilakukan pendekatan matematik menggunakan metode statistik. Diharapkan akan diperoleh hasil g*ridding* yang lebih akurat, guna dilakukan untuk interpretasi geologi bawah permukaan

Gambar 2. menunjukkan distribusi 121 titik amat gayaberat daerah Biak dengan lintasan titik amat sepanjang jalan raya dan jalan setapak. Dalam pemetaan gayaberat distribusi titik amat sangat berpengaruh terhadap bentuk kontur anomali gayaberat, sehingga diperlukan pengujian atau uji uniformitas (x^2) dengan cara membagi lokasi tersebut dalam beberapa area (kotak). Dalam hal ini dibuat dengan 16 sub-area (Gambar 3).

Gambar 2. Distribusi titik amat gayaberat Pulau Biak bagian selatan.



Gambar 3. Distribusi titik amat gayaberat dibagi dalam 16 sub-area.

Untuk melakukan pengujian atau uji uniformitas dibentuk 16 sub-area (kotak), dengan tiap sub-area ada sejumlah titik amat, seperti tertera dalam tabel di bawah ini.

Tabel 1. Hasil pengamatan lapangan

No.*	Jumlah TA dalam subarea (Oi)	λ^2 □
1	3	2,286
2	0	7
3	6	0,143
4	10	1,286
5	6	0,143
6	11	2,286
7	4	1,286
8	13	5,143
9	8	0,143
10	10	1,286
11	15	9,143
12	16	11,571
13	1	5,143
14	2	3,571
15	8	0,143
16	8	0,143
	121	50,714

Tabel 2. Distribusi data ideal setelah modifikasi

No.	Jumlah TA dalam subarea (Oi)	λ^2 □	+/-
1	3	2,286	0
2	0	7	0
3	6	0,143	0
4	10	1,286	0
5	6	0,143	0
6	10	1,286	-1
7	4	1,286	0
8	10	1,286	-3
9	8	0,143	0
10	10	1,286	0
11	10	1,286	-5
12	9	0,571	-7
13	1	5,143	0
14	2	3,571	0
15	8	0,143	0
16	8	0,143	0
	105	27,0	-16

*) No = subarea

Data lapangan dalam tabel 1 menunjukkan hasil uji uniformitasnya (x^2) adalah 50.714. Jika dibandingkan terhadap hasil derajat kebebasan dengan v= 17, α = 0.05 yaitu sebesar 27.59, dengan demikian bahwa sebaran titik amat pada tabel 1 tidak mengikuti distribusi random atau distribusi Poisson. Selanjutnya, dilakukan modifikasi distribusi data pada tabel 1, artinya pada data yang berdekatan dengan nilai hampir sama dihapus sehingga jumlah data pada tiap sub-area nampak seperti pada tabel. Selanjutnya, dengan uji uniformitasnya diperoleh nilai 27.0, sedangkan dari dejarat kebebasan dari harga di atas (v= 17,α=0.05) diperoleh 27.59 dan menunjukkan bahwa distribusi data pada tabel 2 mengikuti distribusi random atau memenuhi distribusi Poisson.

Tahap berikutnya adalah pengujian jarak antar titik amat data lapangan, apakah memang benar random seperti dalam sistem grid, dan dilakukan analisis tetangga terdekat (*nearest neighbor analysis*) dengan menentukan parameter harapan jarak (δ), kerapatan titik amat (λ), Variansi (σ_i^2), standard error dan test Z, dengan uraian pekerjaan sebagai berikut:

Harapan jarak rata yaitu jarak diperlukan pada interval ideal berdasarkan persamaan (2) dengan luas daerah penelitian 162 km^2 dengan jumlah titik amat 121 titik, sehingga diperoleh δ= 0,581.

Kerapatan titik amat dalam lokasi adalah ? = 0,74 dengan luas daerah penelitian (A) = 162 km^2 dan jumlah titik amat (n) = 121 titik amat.

Variansinya adalah $\sigma_{\bar{\delta}}^2$ = 0.00076 atau $\sigma_{\bar{\delta}}$ = 0.0277

Standart error dari d adalah = Se =2.4642

Untuk mengetahui jarak rata-rata antara data tetanggga terdekat, yaitu dengan menjumlahkan jarak tersebut dibagi jumlah titik yang diperoleh sebesar $\bar{d}$ adalah 0.557.

Dari data statistik tetanggga terdekat adalah

$$R = \frac{\bar{d}}{\delta} = \frac{0.581}{0.557} = 1.04$$

Sehingga dari perhitungan di atas diperoleh harga R menentukan bentuk random, yaitu $1 \leq R \leq 2.15$ dengan harga masimum R = 2.15 terjadi pada bentuk distribusi heksagonal dengan semua titik berjarak sama.

Dengan demikian studi gayaberat di Pulau Biak, Papua Barat, telah memenuhi bentuk random dengan jarak antar titik relatif sama sekitar 0.557 km.

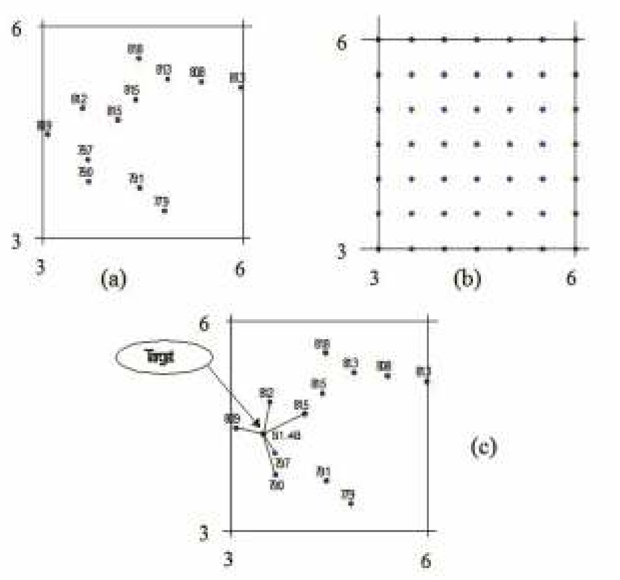
Estimasi Nilai pada Sistem *Griding*

Menentukan nilai anomali gayaberat pada sistim griding dapat dilakukan melalui interpolasi (Walpole, 2007) seperti berikut:

a. Delaunay triangulasi

Perhitungan nilai pada titik grid dengan menentukan jarak antara titik pada grid dengan titik yang telah diketahui nilainya (persamaan 7) dan nilai (Yp) pada titik grid (persamaan 8) seperti dalam tabel 3.

Nilai pada titik P dari sistim grid dilakukan dengan estimasi dari titik yang berdekatan sebanyak 5 titik, seperti terlihat pada gambar 4.a dan 4.c. Perhitungan ini menggunakan program Excel. Estimasi harga pada koordinat hasil grid, yaitu sebesar 3.25 - 4.25 dihitung berdasarkan rumus persamaan (8)



Gambar 4. Estimasi perhitungan dengan Delaunay triangulasi (a) titik amat lapangan, (b) titik *gridding*, (c) interpolasi dengan Delaunay triangulasi.

Harga estimasi pada titik P = $\frac{\sum (Y_i * (1/d_i))}{\sum (1/d_i)}$ = 81.451 mGal

Tabel 3. Nilai estimasi pada titik P dengan koordinat (3.25, 4.25)

X_1 (km)	X_2 (km)	Y (mGal)	d (km)	1/d (1/km)	Y*1/d (mGal/km)
3,399	3,5370	80,193	0,7284843	1,3727132	110,0820
4,466	3,6330	79,120	1,3633105	0,733508623	58,0352
3,153	3,8910	85,074	0,3717955	2,689650665	228,8193
3,692	4,0360	79,658	0,4913505	2,035207147	162,1205
3,083	4,3930	80,867	0,2199350	4,546797646	367,6859
			3,1748758	11,37787728	926,7429

$\Sigma(d_i)$ = 3,1748758
$\Sigma(1/d_i)$ = 11,37787728
$\Sigma(Y_i*1/d_i)$ = 926, 7429

Kelemahan dengan Delaunay triangulasi yaitu jika jarak titik amat data makin jauh maka hasil perhitungan akan semakin berkurang ketelitiannya.

b. Metoda Kriging

Estimasi nilai pada titik grid dengan *kriging* pada data lapangan digunakan 3 titik yang berdekatan seperti yang digunakan pada gambar 3. Metoda *kriging* adalah metoda yang digunakan untuk menentukan nilai-nilai pada jarak dan posisinya secara teratur, misal interval 0,5 km, dalam menentukan ukuran interval disesuaikan dengan interval pengukuran antar titik di lapangan (Murdianto, 2005 ; Gogin dan Swain, 1994).

Tabel 4. Pengamatan gayaberat untuk menentukan estimasi pada titik P

Jml TA	X_1 (km)	X_2 (km)	Y (mGal)
31	3,399	3,5370	80,193
35	4,466	3,6330	79,120
60	3,153	3,8910	85,074
P	3.25	4.25	

Jarak antara titik amat dan titik P

	31	35	60	P
31	0	1.071	0.43	0.7284
35	1.071	0	1.338	1.3635
60	0.43	1.338	0	0.606

Semivarian untuk jarak antara titik dan titik P

	31	35	60	P
31	0	4.068	1.720	2.913
35	4.068	0	5.352	5.454
60	1.720	5.352	0	2.424

Dengan asumsi bahwa semivariogram mempunyai kemiringan 4 m2/km yang diperoleh dari Gambar 3, dan substitusikan bentuk matrik dari persamaan (13) serta memasukan nilai semivarian dari tabel 4 untuk memproleh nilai bobot (Gambar 4), yaitu:

$$W_1(0) + W_2(4.068) + W_3(1.72) + \lambda = 2.913$$

$$W_1(4.068) + W_2(0) + W_3(5.352) + \lambda = 5.454$$

$$W_1(1.7209) + W_2(5.352) + W_3(0) + \lambda = (2.424)$$

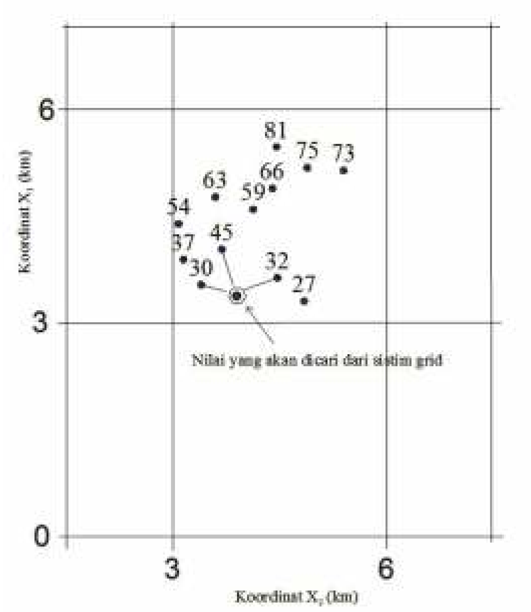
$$\mathrm{W1} \quad + \mathrm{W2} \quad + \mathrm{W3} \quad + 0 \ = 1.0$$

Atau dalam bentuk matrik sebagai berikut:

$$\begin{pmatrix} 0 & 4.068 & 1.72 & 1 \\ 4.068 & 0 & 5.352 & 1 \\ 1.721 & 5.352 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} W_1 \\ W_2 \\ W_3 \\ \lambda \end{pmatrix} = \begin{bmatrix} 2.913 \\ 5.454 \\ 2.424 \\ 1 \end{bmatrix}$$

Sehingga memperoleh nilai bobot W1 , W2, W3, yang akhirnya dapat dihitung nilai pada titik P adalah 82.0 mGal.

Nilai estimasi dihitung berdasarkan jumlah nilai yang diketahui di atas, akan digunakan *trend* regional artinya kecenderungan sloopnya tetap linier (Gambar 5).



Gambar 5. Contoh proses estimasi untuk 3 titik yang diketahui.

KESIMPULAN

Keakuratan dalam estimasi dan interpretasi data gayaberat tergantung pada tahapan awal dalam pembuatan model, baik horizontal maupun tegak, dan sangat ditentukan juga pada proses pengukuran di lapangan, *raw data* maupun penempatan titik ukurnya.

Sebaran titik pengukuran gayaberat di daerah Pulau Biak bagian selatan, telah memenuhi bentuk random dengan jarak antar titik relatif sama, sekitar 0.557 km. Nilai tersebut diperoleh pengujian, dengan harapan jarak rata rata sebesar 0,581, dengan jumlah titik amat gayaberat sebanyak 121 titik, dan luas areanya 162 km^2. Kerapatan titik amat diperoleh sebesar 0,74, variansinya sebesar 0.0277, dan standar errornya sebesar 2,4642. Dari perhitungan diperoleh harga R yang menentukan bentuk random dengan harga maksimum R = 2.15 terjadi pada bentuk distribusi heksagonal dengan semua titik berjarak sama.

ACUAN

Balia, M.L., 1983. The Practical Application of Geostatistics to Geophysical Data. M.Sc. Thesis, University of New England, Australia.

Bohling, G., 2005. *Introduction to Geostatistic and Variogram Analysis*. C&PE 940. Kansas Geological Survey: 20p

Davis, J.C., 1973. *Statistics and Data Analysis in Geology*. John Wiley & Sons, Toronto: 550p.

Del Homme, J.P., 1978. *Kriging in The Hydro Science*. Centre d'Information Geologique, Ecole National Superieure des Mines de Paris, Fontain Bleau.

Gogin, D.J. and Swain, J.K., 1994. Intermediate Geostatistics, CPTC, La Habra, California. *AAPG Bull.*, 78(1): 23 -54

Hayat, D.Z. dan Padmawidjaja, T., 1997. Laporan Penelitian Gayaberat Daerah Biak, Papua Barat. Laporan Pusat Penelitian dan Pengembang Geologi, Bandung, tidak terbit.

Isaak, E.H. and Srivastava, R.M., 1989. *An Introduction to Applied Geostatistics.* Oxford University Press. London: 561p.

Murdianto, B.S., 2005. Bayesian Approach for Constraining Facies Simulations with Seismic Data Information. Thesis proposal, Reservoir Geophysics Graduate Program, FMIPA-UI, Jakarta.

Madelbrot, B.B., 1983. *The Fractal Geometry of Nature.* W.H. Freeman and Co., New York: 468p.

Olea, R.A., 1999. *Geostatistics for Engineers and Earth Scientist*. Kluwer Academic Publisher: 303p.

Walpole, R.E.C., 2007. *Probability and Statistitic for Engineer and Scientist*. Oxford University Press, New York: 812p.