

ANALISIS PERBANDINGAN METODE NNP DAN IDW PADA PENAKSIRAN KADAR MINERAL

Oleh:

Waterman Sulistyana B

Magister Teknik Pertambangan UPN Veteran Yogyakarta

RINGKASAN

Banyak teknik penaksiran kadar mineral dikembangkan, namun memerlukan pemahaman matematika yang rumit. Penelitian disini mengenalkan metode penaksiran sederhana untuk penaksiran kadar mineral yaitu metode NNP (*nearest neighbor polygon*) dan IDW (*inverse distance weighting*). Hasil penelitian menunjukkan taksiran kadar blok memakai NNP atau poligon sampel terdekat sama dengan nilai sampel terdekat dengan blok tersebut. Poligon sampel terdekat memberikan bobot satu untuk sampel paling dekat dan bobot nol untuk sampel-sampel lain. Sedangkan metode IDW atau metode sepejarak memberikan bobot sampel berbanding terbalik dengan jarak sampel terhadap blok yang ditaksir. Sampel terdekat memberikan bobot terbesar dibandingkan dengan sampel lain yang letaknya lebih jauh. Kedua penaksir tersebut diperoleh secara empirik dan tidak diturunkan berdasarkan konsep probabilitas atau statistik. Berdasarkan pengertian ini jelas bahwa penaksir poligon sampel terdekat dan sepejarak tidak menghasilkan variansi taksiran. Penaksir empirik tidak menghasilkan ukuran galat taksiran.

Many mineral grade estimation techniques have been developed, but they require a complex mathematical understanding. This research introduces a simple estimation method for mineral grade estimation of NNP (nearest neighbor polygon) and IDW (inverse distance weighting) methods. The results showed that the estimated grade of block using NNP is the same as the sample value closest to the block. NNP gives the weight of one for the closest sample and the zero weight for the other samples. While the IDW method gives the sample weight inversely proportional to the distance of the sample against the estimated block. The closest sample gives the greatest weight compared to other samples that are farther away. Both estimators are obtained empirically and are not derived based on probability or statistical concepts. This study shows that NNP and IDW estimators do not produce estimated variance. The empirical estimator does not generate an estimated error.

1. PENDAHULUAN

Penaksiran kadar mineral yang akurat meningkatkan tingkat kejajinan geologi terutama pada aspek jumlah sumberdaya mineral di daerah penelitian. Banyak metode penelitian dipakai pada penaksiran kadar tersebut. Umumnya banyak dilakukan dengan cara manual dan tidak praktis karena memerlukan waktu yang lama dan hasil kurang akurat. Penelitian disini menerapkan dua metode penaksiran kadar yaitu metode NNP (*nearest neighbor polygon*) dan IDW (*inverse distance weighting*). Metode *nearest neighbor polygon* sering disebut metode poligon sampel terdekat, sedangkan *inverse distance weighting* sering disebut metode pembobotan

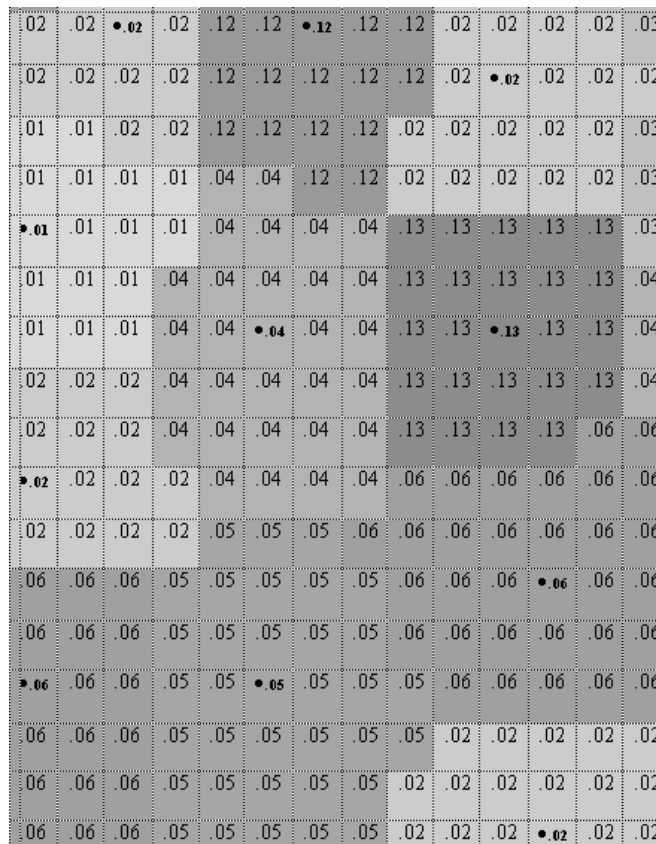
seperjarak. Tujuan penelitian ini adalah membandingkan metode NNP dan IDW pada penaksiran kadar mineral. Hasil penelitian bermanfaat untuk mengetahui kelebihan dan kelemahan masing-masing metode penelitian.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian meliputi: (a) studi literature untuk mempelajari metode NNP dan IDW, (b) studi kasus untuk penerapan kedua metode penaksiran yaitu NNP dan IDW, (c) aplikasi metode NNP dan IDW untuk penaksiran kadar mineral. Berikut adalah tinjauan teori kedua metode penaksiran.

Ada dua macam metode poligon yaitu: (a) poligon tradisional dan (b) poligon contoh terdekat (*nearest neighbor poligon*, disingkat NNP). Pada saat sekarang metode poligon tradisional atau sering disebut poligon daerah pengaruh ini jarang dipakai. Cara pembagian daerah pengaruh dapat dilihat pada Gambar 1. di bawah.

Penaksiran cadangan menggunakan metode poligon contoh terdekat didasarkan pada kerangka model blok. Pada saat sekarang metode ini masih sering digunakan. Taksiran kadar blok diperoleh dari kadar contoh terdekat. Secara umum cara perhitungan menggunakan metode NNP memberikan hasil yang sama dengan cara perhitungan pada metode penampang manual, tetapi hasil penaksiran tersebut dapat dimanfaatkan secara langsung dalam perencanaan tambang menggunakan komputer.



Gambar 1 Metode poligon

Metode sepejarak (*inverse distance*) merupakan kombinasi linier atau harga rerata tertimbang (*weighed average*) dari kadar komposit di sekitar blok. Prinsip dasar metode ini adalah menentukan bobot conto (w_i) sebagai fungsi dari jarak conto terhadap blok yang ditaksir.

$$Z^* = \sum_{i=1}^n w_i z_i \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan : Z^* = kadar yang ditaksir
 w_i = bobot conto
 z_i = kadar conto

Pembobotan sepejarak dapat dikelompokkan sebagai berikut (berlaku untuk $n > 0$):

(i) Sepejarak didefinisikan

$$w_i = \frac{\frac{1}{d_i}}{\sum \frac{1}{d_i}} \dots\dots\dots(2)$$

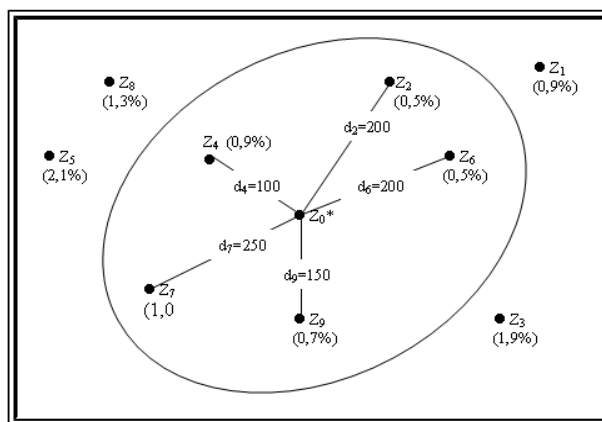
(ii) *Inverse distance square* (IDS)

Pada pembobotan ini, conto dengan jarak paling dekat membobot lebih besar. IDS didefinisikan sebagai berikut :

$$w_i = \frac{\frac{1}{(d_i)^2}}{\sum \frac{1}{(d_i)^2}} \dots\dots\dots(3)$$

(iii) *Inverse distance cube* (ID3), mempunyai persamaan sebagai berikut :

$$w_i = \frac{\frac{1}{(d_i)^3}}{\sum \frac{1}{(d_i)^3}} \dots\dots\dots(4)$$



Gambar 2 Contoh perhitungan metode sepejarak

Gambar 2 di atas menunjukkan sembilan komposit kadar (%), namun hanya lima komposit yang ada dalam jarak pencarian contoh (*search distance*) dari titik yang ditaksir Z_0^* . Berdasarkan formulasi metode sepejarak dapat ditaksir nilai di titik Z_0^* (menggunakan pangkat dua atau sepejarak kuadrat, ID2) =

$$Z_0^* = \frac{Z_2 \times \frac{1}{(d_2)^2} + Z_6 \times \frac{1}{(d_6)^2} + Z_9 \times \frac{1}{(d_9)^2} + Z_7 \times \frac{1}{(d_7)^2} + Z_4 \times \frac{1}{(d_4)^2}}{\frac{1}{(d_2)^2} + \frac{1}{(d_6)^2} + \frac{1}{(d_9)^2} + \frac{1}{(d_7)^2} + \frac{1}{(d_4)^2}}$$

$$Z_0^* = \frac{0,5 \times \frac{1}{(200)^2} + 0,5 \times \frac{1}{(200)^2} + 0,7 \times \frac{1}{(150)^2} + 1,0 \times \frac{1}{(250)^2} + 0,9 \times \frac{1}{(100)^2}}{\frac{1}{(200)^2} + \frac{1}{(200)^2} + \frac{1}{(150)^2} + \frac{1}{(250)^2} + \frac{1}{(100)^2}} =$$

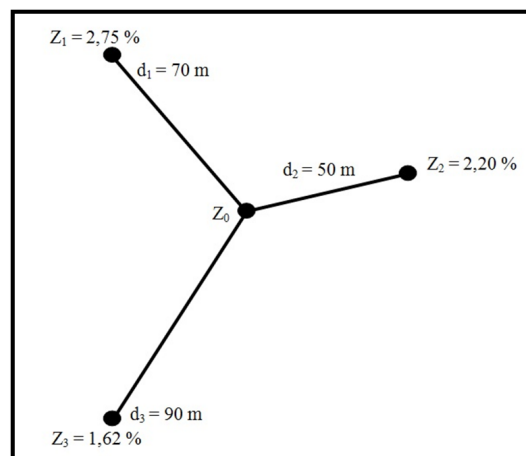
0,77 %

3. HASIL PENELITIAN

Analisis di bawah ini merupakan perbandingan dua konsep penaksir. Kadar di titik Z_0 (gambar di bawah) ditaksir dengan menggunakan penaksir poligon sampel terdekat dan sepejarak.

a. Penaksiran dengan metode NNP

Diberikan data seperti pada gambar di bawah ini yang diasumsikan bahwa data adalah lokasi titik bor suatu bijih nikel. Diketahui nilai $Z_1 = 2,75$ % Cu, $Z_2 = 2,20$ % Cu, $Z_3 = 1,62$ % Cu ; $d_1 = 70$ m, $d_2 = 50$ m, $d_3 = 90$ m.



Gambar 3 Tiga Komposit Jenjang (Z_1, Z_2, Z_3) Untuk Penaksiran di Titik Z_0 Pada metode penaksir poligon sampel terdekat (NNP) bobot (w) untuk jarak terdekat terhadap titik Z_0 diberikan nilai = 1, sedangkan untuk bobot (w) lainnya diberikan nilai = 0. Jadi nilai bobot $w_1 = 0, w_2 = 1$ (jarak terdekat terhadap titik Z_0), $w_3 = 0$.

Table 1 Hasil taksiran memakai metode NNP

NNP	Z ₁	2,75	Z ₂	2,20	Z ₃	1,62	Z ₀
Jarak	d ₁	70	d ₂	50	d ₃	90	2,20
Bobot	w ₁	0	w ₂	1	w ₃	0	

Taksiran kadar dititik Z₀ memakai poligon sampel terdekat (NNP) adalah 2,20%, karena sampel Z₂ memiliki jarak terdekat terhadap titik Z₀. Nilai tersebut dapat dihitung melalui perhitungan: $\widehat{Z}_0 = \sum_{i=1}^N w_i \cdot z_i$

$$\begin{aligned} \widehat{Z}_0 &= (w_1 \times Z_1) + (w_2 \times Z_2) + (w_3 \times Z_3) \\ &= (0 \times 2,74) + (1 \times 2,20) + (0 \times 1,62) \\ &= (0) + (2,20) + (0) \\ &= 2,20\% \end{aligned}$$

Taksiran kadar memakai metode NNP hanya berdasarkan jarak sampel terdekat terhadap titik yang ditaksir. Sampel dengan jarak terdekat memiliki bobot terbesar (bobot sama dengan satu), sehingga taksiran kadar adalah nilai kadar terdekat dengan titik yang ditaksir.

b. Penaksiran dengan metode IDW

Berdasarkan Gambar 2 di atas dapat dilakukan penaksiran dengan menggunakan metode IDW dengan penaksiran bobot masing-masing sampel (w₁, w₂, w₃) dan penaksiran pada titik Z₀.

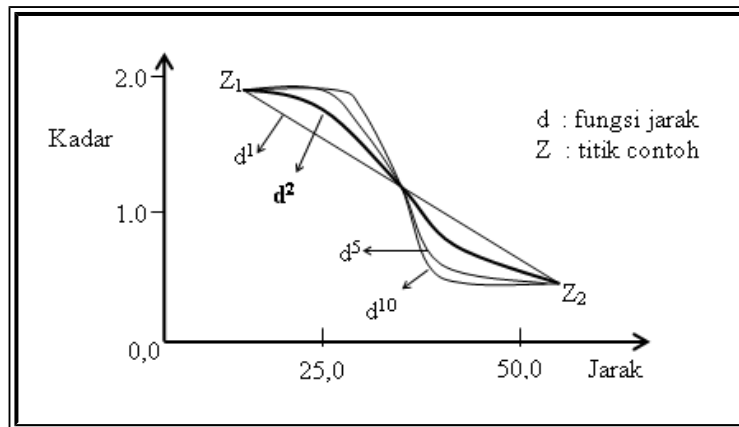
Tabel 2 di bawah ini merupakan hasil penaksiran kadar memakai metode NNP dan IDW dengan jarak sebagai berikut: d₁ = 70m, d₂ = 50m, d₃ = 90m.

Tabel 2 Perbandingan bobot sepejarak pada berbagai pangkat dan bobot NNP

No	Sampel Jarak Ke Z ₀	Bobot Pada Sampel			Taksiran Kadar
		Z ₁ = 2,75% d ₁ = 70 m	Z ₂ = 2,20% d ₂ = 50 m	Z ₃ = 1,62% d ₃ = 90 m	
1	ID1	0.315	0.441	0.245	2.231
2	ID2	0.281	0.550	0.170	2.256
3	ID3	0.237	0.651	0.112	2.266
4	ID4	0.192	0.738	0.070	2.265
5	ID5	0.150	0.807	0.043	2.258
10	ID10	0.033	0.964	0.003	2.217
15	ID15	0.006	0.993	0.000	2.203
20	ID20	0.001	0.999	0.000	2.201
30	ID30	0.000	1.000	0.000	2.200
45	ID45	0.000	1.000	0.000	2.200

50	ID50	0.000	1.000	0.000	2.200
	ID~	0	1	0	2.200
	NNP	0	1	0	2.200

Berdasarkan perhitungan Tabel 2 menunjukkan semakin tinggi pangkat yang digunakan pada metode sepejarak, hasil taksiran akan semakin mendekati hasil metode poligon contoh terdekat. Sedangkan Gambar 4 di bawah menunjukkan pengaruh pangkat terhadap pembobotan metode sepejarak



Gambar 4 Pengaruh pangkat terhadap pembobotan metode sepejarak

4. PEMBAHASAN

Berdasarkan persamaan (1)-(4) dan Tabel 2 di atas menunjukkan bahwa bobot (w_i) merupakan fungsi jarak. Kadar komposit di dekat blok memperoleh bobot lebih besar, sedangkan kadar komposit yang jauh dari blok mempunyai bobot lebih kecil (Gambar 2 di bawah). Bobot tersebut berbanding terbalik dengan jarak data terhadap blok yang ditaksir. Bobot yang diperoleh dari persamaan di atas tidak berhubungan secara langsung dengan kadar contoh yang digunakan dalam penaksiran.

Pilihan pangkat yang digunakan berpengaruh terhadap hasil taksiran. Semakin tinggi pangkat ($\frac{1}{d^n}$) yang digunakan, maka hasil taksiran akan mendekati metode poligon contoh terdekat (NNP).

Metode sepejarak hanya memperhitungkan jarak fisik semata-mata dan tidak memperhatikan konfigurasi data, sepejarak akan memberikan bobot yang sama pada contoh dengan jarak yang sama walaupun letak contoh terpencar atau mengelompok. Metode sepejarak ini masih umum digunakan karena memperhitungkan sifat atau perilaku anisotropik cebakan mineral (*space warping*). Kedua penaksir tersebut diperoleh secara empirik dan tidak diturunkan berdasarkan konsep probabilitas atau statistik. Berdasarkan pengertian ini jelas bahwa penaksir poligon sampel terdekat dan sepejarak tidak menghasilkan variansi taksiran. Penaksir empirik tidak menghasilkan ukuran galat taksiran

5. KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Bobot (w) merupakan fungsi jarak.
2. Taksiran kadar memakai metode NNP hanya berdasarkan jarak sampel terdekat terhadap titik yang ditaksir. Sampel dengan jarak terdekat memiliki bobot sama dengan satu, sehingga taksiran kadar adalah nilai sampel terdekat dengan titik yang ditaksir.
3. Semakin tinggi pangkat yang digunakan pada metode sepejarak, hasil taksiran akan semakin mendekati hasil metode poligon contoh terdekat.

DAFTAR PUSTAKA

- Aloysius, E.C., Waterman, S. (2001), Resources modeling and estimation of copper-gold porphyry deposit-The ordinary kriging approach, *Prosiding TPT X Perhapi 2001*, Bandung.
- Christiani, A. and Bargawa, W.S., 2001, Resource modeling and estimation of copper-gold porphyry deposit-the ordinary kriging approach, *Prosiding Temu Profesi Tahunan X Perhimpunan Ahli Pertambangan Indonesia*, Bandung, 261-269.
- Darwis, S., Waterman, S., and Sari, L.K., 2001, Study on a nickel deposit using the spatial prediction method, *Prosiding Temu Profesi Tahunan X Perhimpunan Ahli Pertambangan Indonesia*, Bandung, 270-279.
- Sutawanir, D, Pasaribu, U.S, Nurani, B., Waterman, S. (2000), Pembuatan model rekonstruksi cadangan minyak bumi melalui analisis spatial STARMA, *Laporan Akhir Tahun Pertama, Hibah Bersaing VIII Tahun Anggaran 1999/2000*, Tidak Dipublikasikan, Institut Teknologi Bandung, Pebruari 2000.
- Waterman, S., 2001, Gold vein modeling using two stage indicator kriging, *Proceeding of Indonesian Association of Geologists-Geosea 2001, 30th Annual Congress-10th Regional Congress*, Yogyakarta, 9p.
- Waterman, S. (2002), The act of determining ore grade estimation parameters using cross validation, *Proceeding of Indonesian Association of Gologist 2002, 31th Annual Conference*, Surabaya, September 30 - October 2, 2002.
- Waterman, S. (2002), Reserve modeling for mining geology, *Module on Professional Division of IAGI Lunch Talk and Short Course*, March 27-28, 2002, Sawunggaling Hotel, Bandung.
- Waterman, S., H.G. Hartono (2001), Gold vein modeling using two stage indicator kriging, Seminar, *Indonesian Association of Geologist-GEOSEA 2001, 30th Annual Conference-10th Regional Congress*, Yogyakarta, September 13-14, 2001.
- Waterman, S., G.S. Adisoma (2001), Penaksiran kadar dan ukuran presisi suatu bentuk 3D Pendekatan baru jackknife kriging, *Prosiding Kolokium Pertambangan 2001*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral dan Batubara, Bandung 6 Nopember 2001, 1-8.
- Waterman S., U.S. Pasaribu (2000), Aplikasi teknik jackknife dalam penaksiran kadar sumberdaya mineral, *Majalah Ilmiah Himpunan Matematika Indonesia*, **6, 5**, 2000: 563-568, ISSN: 0854-1380.

- Waterman, S. (2000), Geostatistika multivariat: Suatu pendekatan model cokriging, *Prosiding Seminar Nasional*, Jur.Tek. Pertambangan FTM UPN "Veteran" Yogyakarta 23-24 Juni 2000, IV/1-5, ISBN: 979-8918-27-4.
- Waterman, S., R. Ernawati (2000), Pengaruh perubahan parameter semivariogram terhadap taksiran kadar bijih, *Prosiding Seminar Nasional*, Jur.Tek. Pertambangan FTM UPN "Veteran" Yogyakarta 23-24 Juni 2000:IV/27-32, ISBN 979-8918-27-4.
- Waterman S., (2000), Introduction to mining and geostatistics in mining, Computer session: semivariogram and kriging, Case study: indicator and ordinary kriging: application to gold-silver resource modeling, Module, *Workshop on Geostatistical Resource Modeling Using Excel*, P4M-Jurusan Matematika ITB-TU Delft The Netherlands.
- Waterman S., A. Mangunwidjaya, G.S. Adisoma (2000), Model klasifikasi sumberdaya mineral menggunakan variansi kriging, *Prosiding Kolokium Pertambangan 2000*, Puslitbang Teknologi Mineral Bandung, 309-317, ISSN 0854-8560
- Waterman, S., G.S. Adisoma, D. Totok (1999), Evaluasi kinerja penaksir multiple indicator kriging dan pod indicator kriging dalam permodelan sumberdaya emas, *Prosiding Kolokium Pertambangan 1999*, Puslitbang Teknologi Mineral Bandung, 63-68, ISSN: 0854-8560.
- Waterman, S. (1999), Pengaruh pencilan kadar tinggi (outlier) pada penaksiran cadangan bijih, *Prosiding Seminar Nasional Sumberdaya Geologi*, Jurusan Teknik Geologi, FT-UGM, Yogyakarta 20-21 September 1999, 57-61, ISBN: 979-95811-0-9.
- Waterman, S., U.S. Pasaribu (1999), Penaksiran sumberdaya mineral menggunakan permodelan blok, *Prosiding Temu Profesi Tahunan VIII PERHAPI*, Bandung 21-22 Oktober 1999, 1-7, ISBN: 979-8826-06-X.
- Waterman, S. (1999), *Aplikasi kriging indikator dalam permodelan urat bijih emas Cikidang Jawa Barat*, Tesis Magister, Institut Teknologi Bandung, Bandung, 180.
- Waterman, S. (1998), Geostatistika non-linier: Pendekatan kriging indikator untuk penaksiran kadar bijih, *Prosiding Seminar Nasional*, Jurusan Teknik Pertambangan FTM UPN "Veteran" Yogyakarta 5-6 Desember 1998, IV/23-26, ISBN: 979-8918-16-6.