

PERMODELAN SUMBERDAYA BIJIH NIKEL BERDASARKAN METODE GEOSTATISTIK DI DESA BONI KABUPATEN RAJA AMPAT PAPUA BARAT

Ricardo O. M. Hutapea

Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik Pertambangan dan Perminyakan Universitas Papua
Jl. Gunung Salju Amban Manokwari
Email: ricardo.hutapea@gmail.com

Abstract

Estimating of nickel resource in block WN-01 PT. Karunia Alam Waigeo, West Papua aim to understand the number of metal tonnages and the direction of the resource dispersion. The study has been done with phases which are literature study, retrieval of drill data (49 bore holes), data processing with Ordinary Kriging (OK) method using GS+ version 7.0 software, in as much, estimating the resources by means of block method kriging and point kriging. To understand the estimation correlation of grade to composite grade the scatter diagram analysis was used. Based on scatter diagram (scatter plot) for block kriging method correlation coefficient of 0,8843 is obtained while for point kriging method is 0,8935. With the standard deviation of 0,3280, the point block kriging method has obtained 18.630,08 tons of nickel while for point kriging method with 0,4060 of the standard deviation the nickel obtained is 18.875,41 tons.

Keywords: Nickel, resource, kriging

Abstrak

Penaksiran sumberdaya nikel di blok WN-01 PT. Karunia Alam Waigeo, Papua Barat bertujuan untuk mengetahui jumlah tonase logam nikel dan arah penyebarannya. Metodologi penelitian dilakukan dengan beberapa tahap yaitu studi literatur, pengambilan data bor yang berjumlah 49 lubang bor, pengolahan data dengan metode *ordinary kriging* (OK) menggunakan program GS+ versi 7.0, dan melakukan penaksiran sumberdaya dengan metode *block kriging* dan *point kriging*. Untuk mengetahui korelasi taksiran kadar terhadap kadar komposit dilakukan analisis diagram pencar. Diagram pencar (*scatter plot*) untuk metode blok kriging diperoleh koefisien korelasi sebesar 0,8843, sedangkan metode *point kriging* diperoleh koefisien korelasi 0,8935. Hasil taksiran sumberdaya nikel dengan metode blok kriging diperoleh tonase logam nikel sebesar 18.630,08 ton, dengan rata-rata simpangan baku sebesar 0,3280. Sedangkan dengan metode *point kriging* diperoleh tonase logam nikel sebesar 18.875,41 ton, dengan rata-rata simpangan baku sebesar 0,4060.

Kata kunci: Nikel, sumberdaya, kriging.

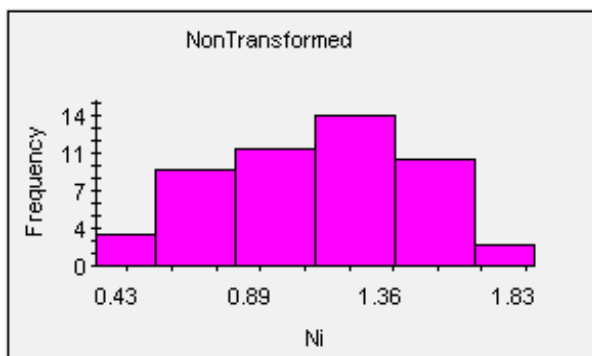
PENDAHULUAN

Dalam penaksiran jumlah sumberdaya memerlukan metode penaksiran yang tepat sesuai dengan kondisi geologi daerah penelitian. Salah satu cara untuk mendapatkan taksiran yang akurat adalah melakukan analisis statistik spasial. Analisis ini dilakukan terhadap peubah teregional misalnya kadar bijih nikel. Metodologi penelitian adalah analisis data assay dan komposit memakai statistik deskriptif, studi variografi dan penaksiran kadar bijih nikel. Penelitian ini dilakukan untuk endapan bijih nikel di Pulau Waigeo, Rajaampat di Blok WN-01 seluas 10 Ha dengan jumlah lubang bor sebanyak 49 buah. Tujuan penelitian adalah mengetahui jumlah sumberdaya bijih nikel, dan arah penyebaran kadar nikel dengan metode *ordinary kriging*. Pengolahan data dilakukan dengan pogram GS+ (*Geostatistical Software*) Version 7.

ANALISIS STATISTIK

Basis Data Assay

Basis data *assay* merupakan informasi kadar contoh dari hasil kegiatan eksplorasi. Basis data *assay* terdiri dari : (koordinat X, koordinat Y, nama titik bor, elevasi, level, serta kadar tiap kedalaman, yaitu kadar nikel). Jenis masukan data yaitu pengeboran yang dilakukan PT Karunia Alam Waigeo sebanyak 49 lubang bor pada blok WN-1 dengan ketebalan maksimal 24,9 m.



Gambar 1. Histogram Assay Nikel

Penaksiran kadar dilakukan pada populasi yang sama. Perhitungan statistik *assay* dilakukan untuk peubah kadar bijih nikel dengan menggunakan program GS+. Data *assay* untuk titik bor TB-01 dan TB-02 dapat dilihat pada Table 1 di bawah ini. Hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 2 di bawah ini:

Tabel 1. Contoh Data Assay TB-01 dan TB-02

No. BOR	East X	North Y	Elev Z	Ni (%)
TB-01	738608.00	9987294.00	195.49	0.87
	738608.00	9987294.00	194.49	0.86
	738608.00	9987294.00	193.49	1.14
	738608.00	9987294.00	192.49	1.51
	738608.00	9987294.00	191.49	1.25
TB-02	738600.36	9987274.80	194.39	0.76
	738600.36	9987274.80	193.39	0.93
	738600.36	9987274.80	193.09	1.46
	738600.36	9987274.80	192.39	1.26
	738600.36	9987274.80	192.09	0.80
	738600.36	9987274.80	191.39	0.89
	738600.36	9987274.80	190.39	0.26
	738600.36	9987274.80	189.59	0.67
	738600.36	9987274.80	189.39	0.46
	738600.36	9987274.80	188.69	0.31
	738600.36	9987274.80	188.39	0.35
	738600.36	9987274.80	187.39	0.31

Tabel 2. Hasil Statistik Assay Nikel

No.	Perangkat statistic	Nikel
1	Jumlah contoh (N)	667
2	Mean	1,136
3	Variansi (Co+C)	0,13057
4	Simpangan baku	0,361
5	Ketaksimetrisan	-0.2
6	Kurtosis	-0,85
7	Minimum	0,43
8	Maksimum	1,83
9	Koefisien variansi (CV)	0,3178

Histogram hasil perhitungan statistik diperlukan untuk mengetahui distribusi dan kesimetrisan data, sehingga dapat digunakan untuk menafsirkan karakter seluruh data secara umum. Histogram data *assay* nikel dapat dilihat pada Gambar 1.

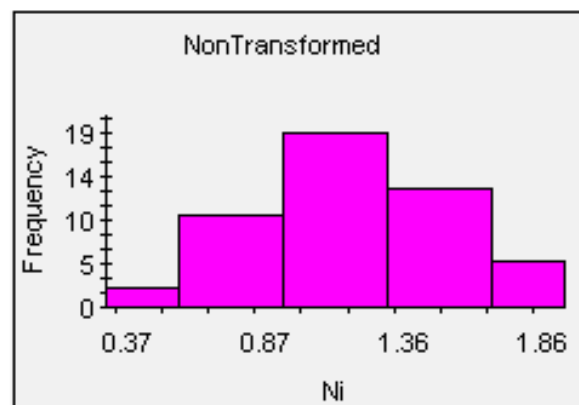
Basis Data Komposit

Pembuatan basis data komposit bertujuan untuk menyamakan selang (*interval*) data sehingga mempunyai volume yang sama. Komposit ini merupakan rerata tertimbang data pada selang tertentu. Pada penelitian ini, komposit data dilakukan pada selang komposit sama dengan total kedalaman setiap lubang bor. Analisis statistik data komposit dilakukan dengan menggunakan program GS+ versi 7.0 pada setiap koordinat lubang bor dengan satu data komposit. Hasil analisis statistik data komposit kadar nikel dapat dilihat pada Tabel

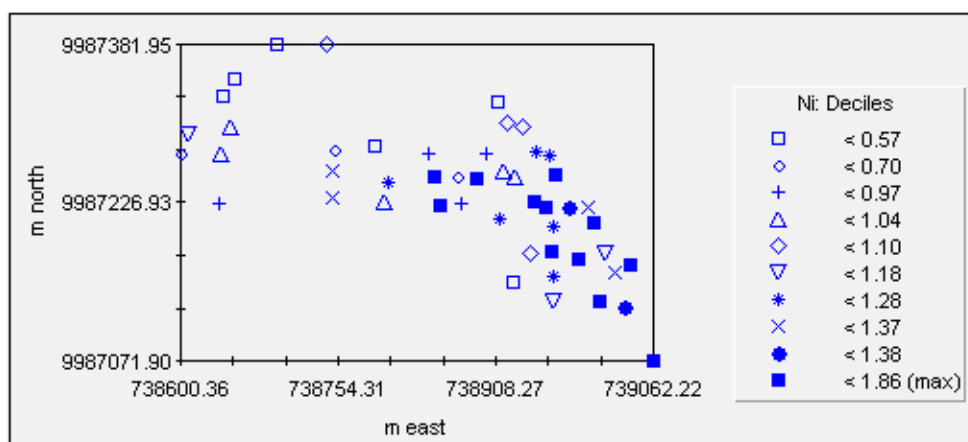
3 di bawah ini. Untuk gambar histogram komposit nikel dapat dilihat pada Gambar 2 di bawah ini. Sedangkan letak data berdasarkan koordinat X dan Y, dapat dilihat pada Gambar 3.

Tabel 3. Hasil Statistik *Komposit* Nikel

No.	Perangkat statistik	Nikel
1	Jumlah contoh (N)	49
2	Mean	1.146
3	Variansi (Co+C)	0.13934
4	Simpangan baku	0.373
5	Ketaksimetrisan	-0.2
6	Kurtosis	-0.68
7	Minimum	0.37
8	Maksimum	1.86
9	Koefisien variansi (CV)	0.3255



Gambar 2. Histogram Komposit Nikel

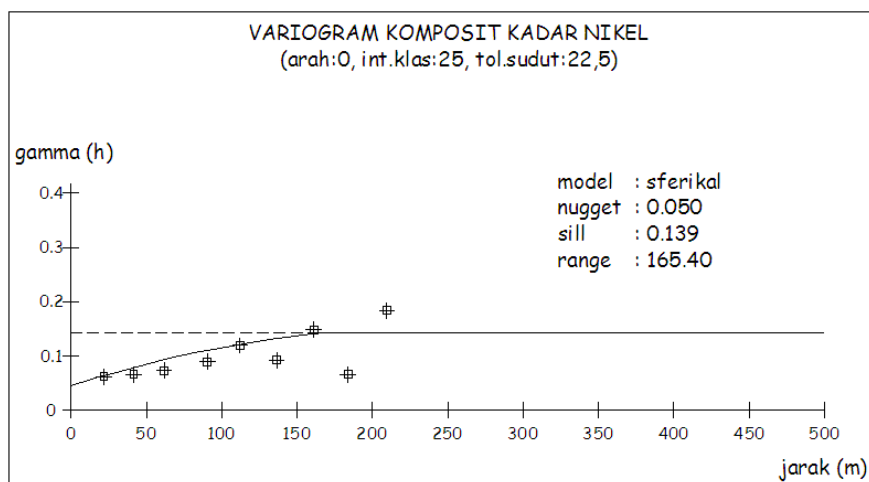


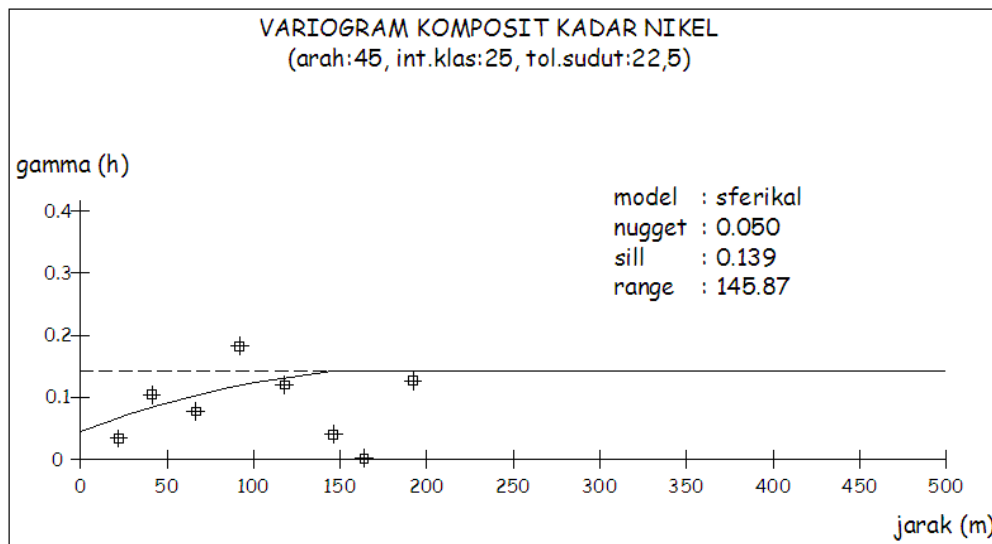
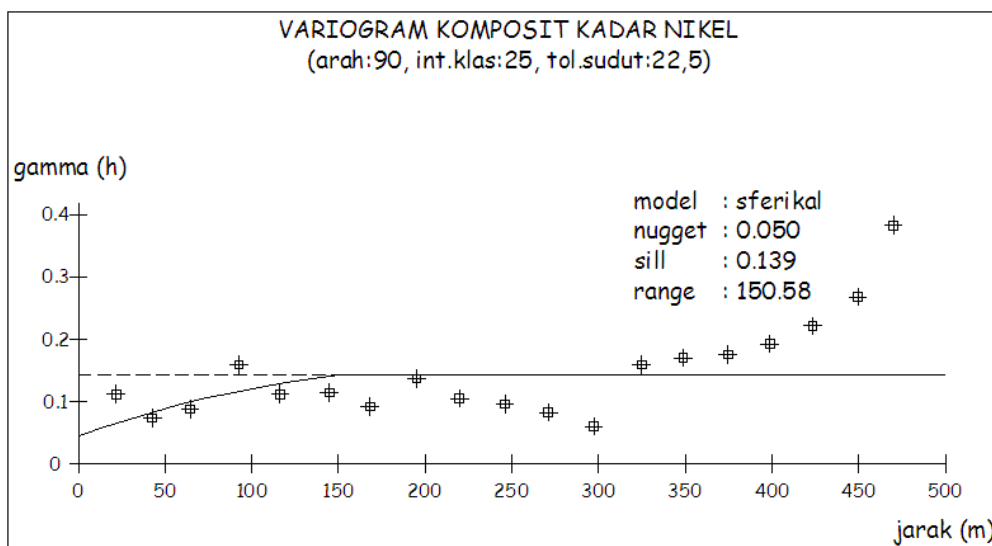
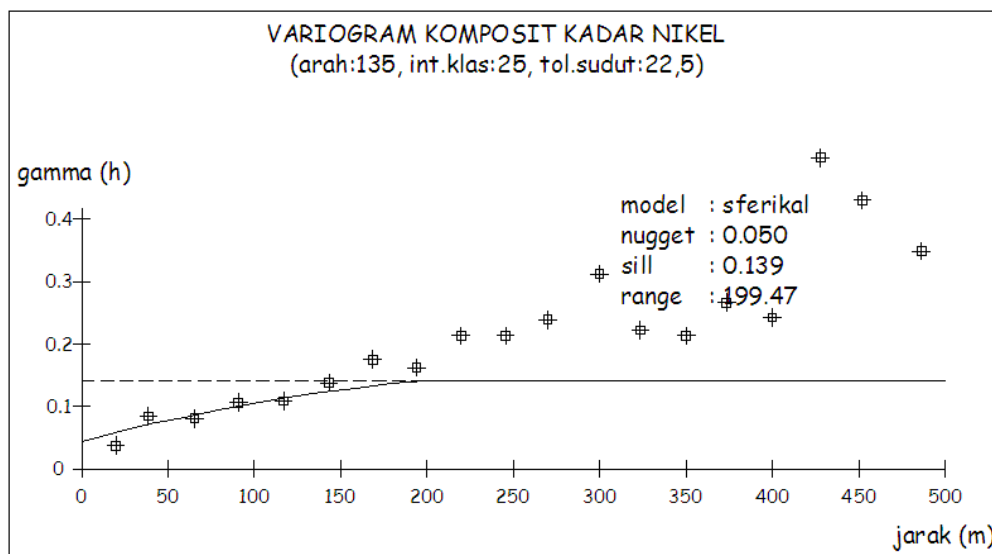
Gambar 3. Letak Koordinat (X dan Y) Ni

ANALISIS VARIOGRAFI

Studi variografi menggunakan data komposit yaitu kadar nikel dan tebal komposit pada setiap koordinat lubang bor, dengan tujuan untuk mengetahui korelasi ruang antar conto. Studi variografi ini merupakan dasar untuk menentukan parameter pencarian conto. Studi variografi pada

tulisan ini dibuat dengan bantuan program *GS + Ver.7* dan *Microsoft Office Excel*. Studi variografi dilakukan dengan arah pencarian sepanjang N0°E, N45°E, N90°E, dan N135°E. Pemilihan variogram berdasarkan hasil terbaik dari simulasi interval kelas. Model yang digunakan adalah model sferis (*spherical model*).

Gambar 4. Model Variogram *Komposit* Ni Pada Arah N0°E

Gambar 5. Model Variogram *Komposit* Ni Pada Arah N45°EGambar 6. Model Variogram *Komposit* Ni Pada Arah N90°EGambar 7. Model Variogram *Komposit* Ni Pada Arah N135°E

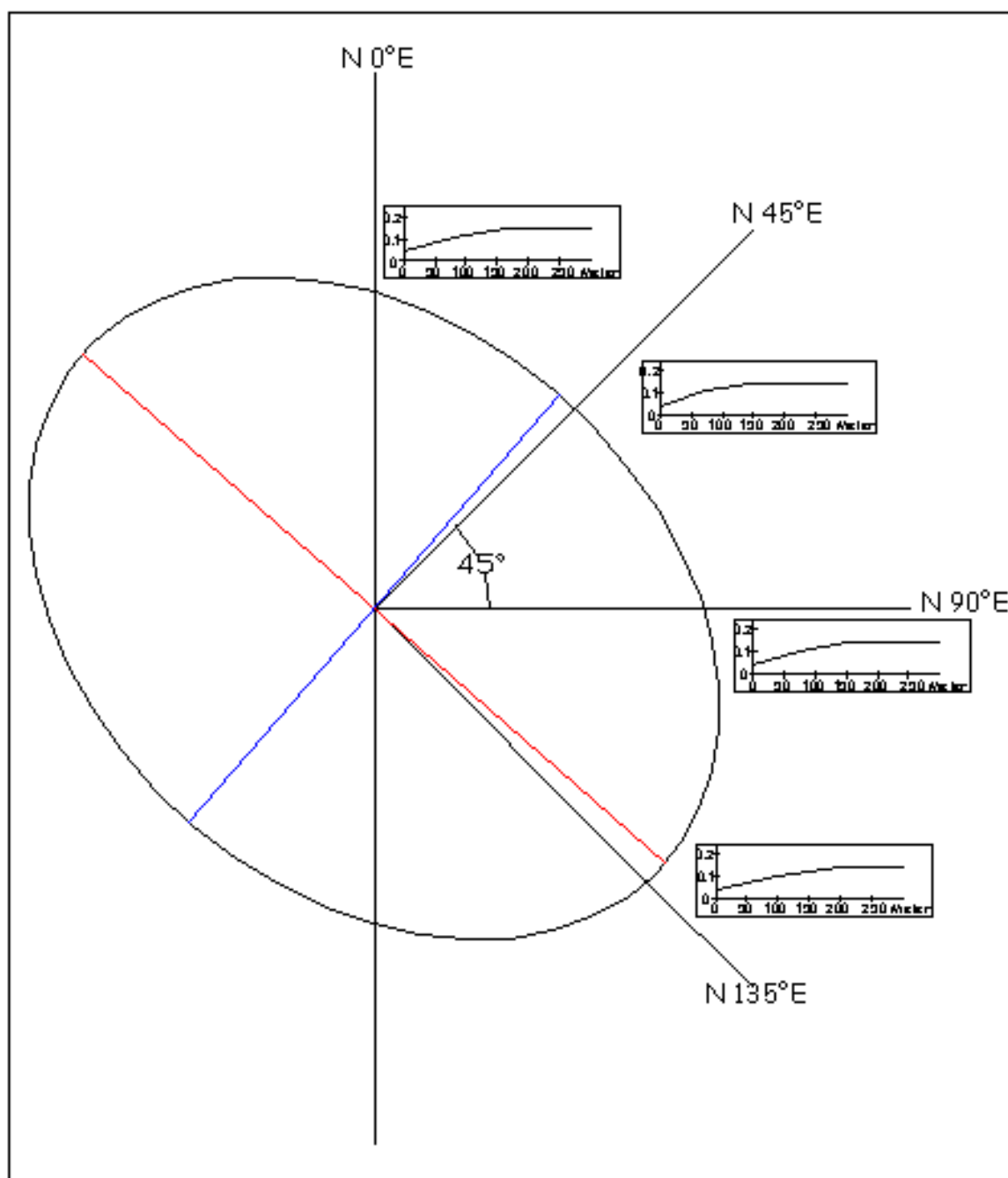
Tabel 4. Hasil Variogram Nikel

Arah	N0°E	N45°E	N90°E	N135°E
Nugget (% ² Ni)	0,050	0,050	0,050	0,050
Sill (% ² Ni)	0,139	0,139	0,139	0,139
Range (m)	165,40	145,87	150,58	199,47

Berdasarkan taksiran variogram menggunakan program GS+ dengan menggunakan menu *Autocorrelation* diperoleh parameter model

semivariogram kadar nikel pada Tabel 4. Dari model variogram komposit nikel pada arah N0°E, N45°E, N90°E dan N135°E maka di peroleh model anisotrop kadar endapan bijih nikel pada Gambar 4.(a, b, c dan d).

Pada Gambar 8 dijelaskan bahwa arah sumbu mayor anisotropi di gambarkan dengan garis berwarna merah dan arah sumbu minor anisotropi di gambarkan dengan garis berwarna biru. Dari hasil analisis anisotropi menunjukkan bahwa penyebaran kadar nikel pada arah N 131°E



Gambar 8. Model Anisotropi Kadar Nikel

PENAKSIRAN KADAR MEMAKAI OK

Salah satu contoh kriging linier adalah *ordinary kriging*, sedangkan salah satu contoh kriging non linier adalah kriging indikator (*indicator kriging*). Dalam tulisan ini hanya membahas masalah kriging linier yaitu *ordinary kriging* (OK). OK merupakan metode yang praktis dan sederhana dalam konsep model stasionaritas untuk menaksir kadar menggunakan data di sekeliling blok. Adapun metode OK menggunakan parameter estimasi yang sama dalam kadar, yaitu variogram komposit, arah dan jarak pencarian conto, serta jumlah contoh maksimum dan minimum. Kriging merupakan suatu metode estimasi yang memberikan “best linear unbiased estimastor” (BLUE) dari pengkajian karakteristik yang tidak diketahui. Pada proses estimasi kriging, hal-hal yang perlu diperhatikan adalah:

1. Mencari nilai estimasi variabel blok dengan persamaan

$$Z^* = \sum_{i=1}^n w_i \cdot Z_i \quad (1)$$

2. Bobot w_i dipecahkan dengan persamaan

$$\sum_{i=1}^n w_i \cdot \bar{\gamma}(v, v) + \mu = \bar{\gamma}(v, V) \quad \text{dengan}$$

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1 \quad (2)$$

Keterangan:

Z^* = Nilai taksiran kadar/ketebalan blok.

$\bar{\gamma}(v, v)$ = Menyatakan nilai rata-rata $\bar{\gamma}(h)$ jika salah satu ujung vektor h menunjukkan domain $v(h)$ sedangkan ujung lain menunjukkan domain $v(x)$ juga.

$\bar{\gamma}(v, V)$ = Menyatakan nilai rata-rata $\bar{\gamma}(h)$ jika salah satu ujung vektor h menunjukkan domain $V(x)$ atau blok sedangkan pada ujung lainnya menunjukkan domain $v(x)$ atau titik.

w_i = Nilai pembobot titik i .

Z_i = Nilai kadar/ketebalan conto yang dibobot.

μ = Pengali Lagrange.

Sedangkan varian kriging dapat dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut :

$$\sigma_K^2 = \sum_{i=1}^n w_i \cdot \bar{\gamma}(v, V) - \bar{\gamma}(V, V) + \mu \quad (3)$$

Pada estimasi kriging yang menyulitkan adalah mencari nilai λ_i dan μ_i . Untuk mempermudah, dalam sistem kriging menggunakan persamaan matriks, yaitu :

$$[A] \cdot [X] = [B] \quad (4)$$

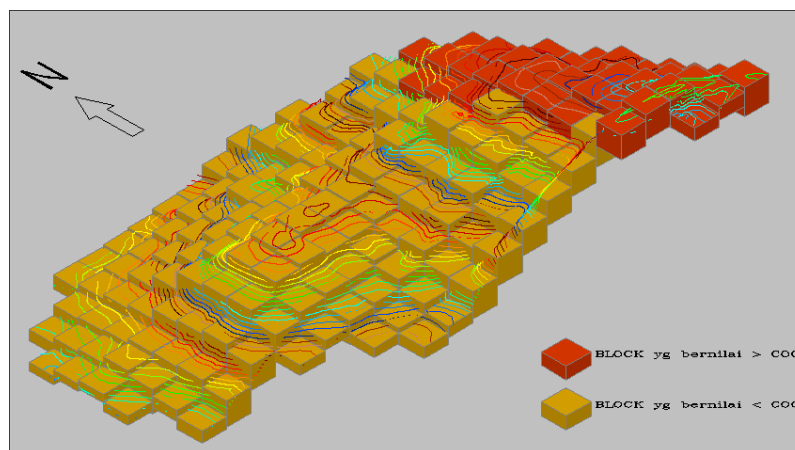
sehingga,

$$[X] = [A]^{-1} \cdot [B] \quad (5)$$

varian kriging di peroleh persamaan sebagai berikut :

$$\sigma_K^2 = \bar{\gamma}(V, V) - [w]^{-1} \cdot [M] \quad (6)$$

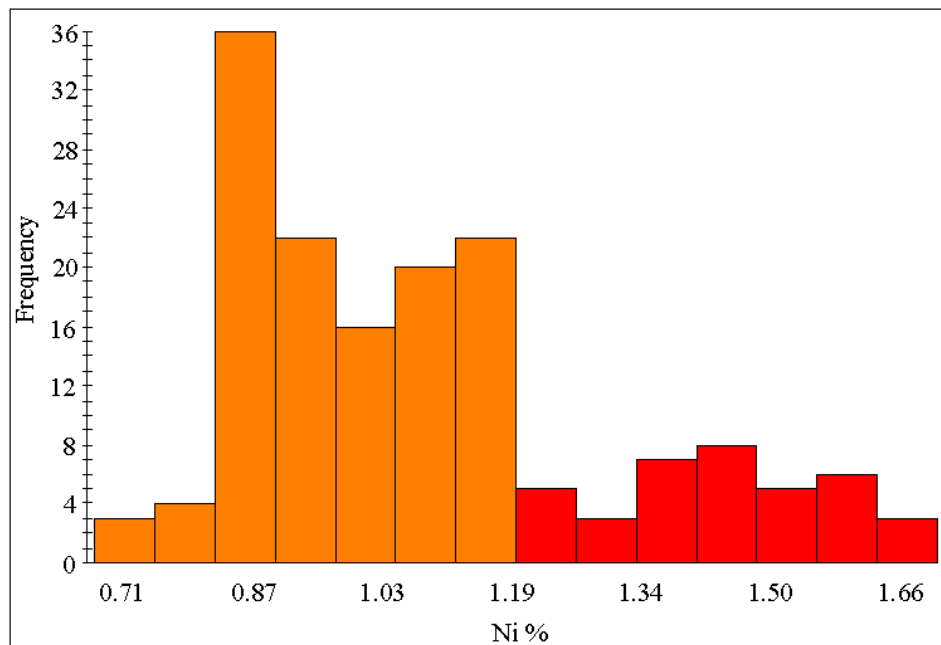
Dalam penaksiran blok kriging dibuat blok-blok berukuran 5x5m dan radius pencarian sejauh 25 meter. Sedangkan pada penaksiran point kriging dibuat point yang radius pencarian sejauh 25 meter. Berdasarkan hasil estimasi blok kriging, diperoleh jumlah logam nikel sebesar 18.630,08 ton dan hasil estimasi point kriging diperoleh jumlah logam nikel sebesar 18.875,41 ton. Berdasarkan program GS+ diperoleh peta penyebaran kadar nikel



Gambar 9. Penyebaran Kadar Nikel

Klasifikasi Sumberdaya nikel di PT Karunia Alam Waigeo pada blok WN-01 didasarkan pada Klasifikasi Sumberdaya Mineral dan Cadangan Diadopsi dari Standar Nasional Indonesia SNI 13-4726-1998, Badan Standarisasi Nasional-BSN Jakarta, dimana penyebaran kadar nikel sangat

berfariasi. Pada Gambar 10 dapat dilihat dari hasil *kriging* diketahui bahwa distribusi penyebaran nikel dalam grafik histogram menggambarkan lebih dominannya kadar dibawah COG. Disini kadar COG yang digunakan sebesar 1,2%.

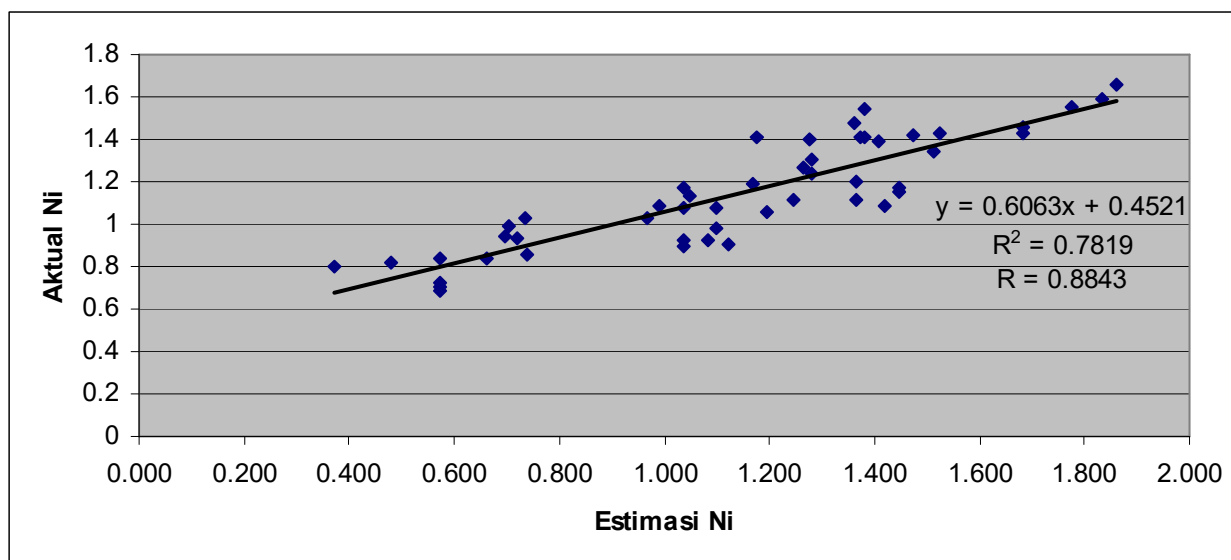


Gambar 10. Histogram Kadar Nikel

PEMBAHASAN

Penaksiran OK menghasilkan dua hal utama yaitu taksiran OK dan variansi OK. Untuk mengetahui keakuratan hasil taksiran kadar bijih nikel dipakai analisis regresi linier. Pada metode blok *kriging*, berdasarkan statistik regresi linier diperoleh harga perpotongan garis regresi dengan

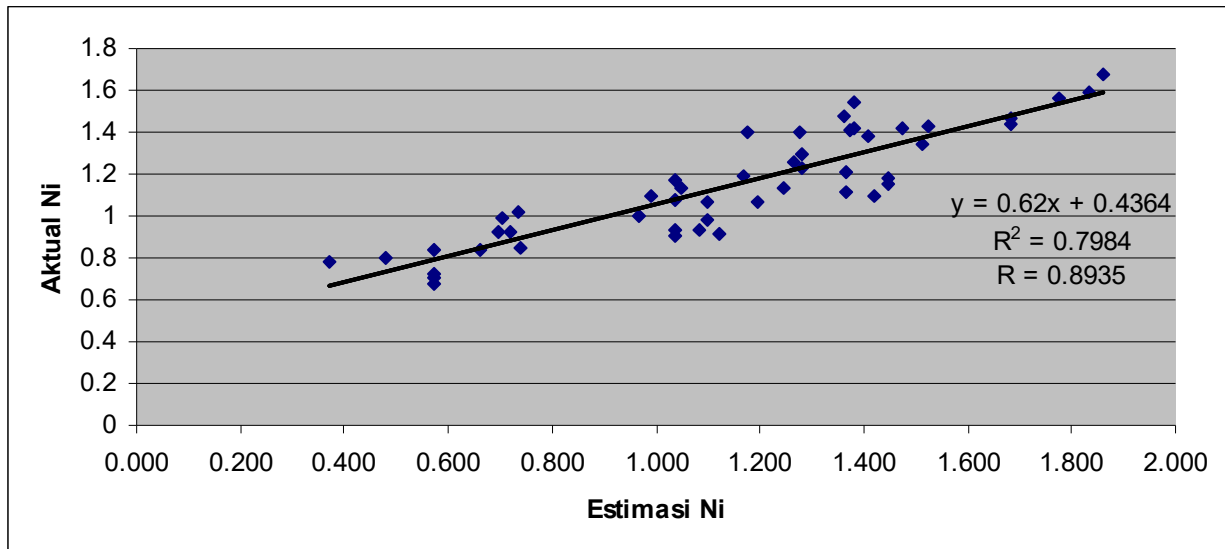
sumbu Y sebesar 0,4521, sedangkan harga R dan kemiringan garis regresi masing-masing sebesar 0,8843 dan 0,6063. Hasil statistik regresi linier ini menunjukkan bahwa korelasi kadar komposit dan taksiran kadar blok *kriging* kurang akurat. Diagram pencar antara kadar komposit dengan taksiran kadar blok *kriging* dapat dilihat pada Gambar 11



Gambar 11. Diagram Pencar Antara Kadar Komposit Dengan Taksiran Kadar Blok *Kriging*

Pada metode *point kriging*, berdasarkan statistik regresi linier diperoleh harga perpotongan garis regresi dengan sumbu Y sebesar 0,4364. Sedangkan harga R dan kemiringan garis regresi sangat tinggi yaitu sebesar 0,8935 dan 0,624. Hal

ini menunjukkan bahwa korelasi kadar komposit dan taksiran kadar *point kriging* sangat kuat. Diagram pencar antara kadar komposit dengan taksiran kadar *point kriging* dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Diagram Pencar Antara Kadar Komposit dengan Taksiran Kadar *Point Kriging*

KESIMPULAN

1. Analisis statistik data assay diperoleh mean sebesar 1,136% dan koefisien variansi sebesar 0,3178, sedangkan analisis data komposit diperoleh mean sebesar 1,146% dan koefisien variansi sebesar 0,3255.
2. Analisis variografi yang dilakukan terhadap empat arah diperoleh nilai *nugget effect* 0,050, *sill* 0,13934 dan *range* yang berbeda pada setiap arah sehingga membentuk pola anisotropi, dimana sumbu terpanjangnya 400 meter arah N131°E dan sumbu terpendeknya adalah 300 meter pada arah N41°E. Dengan diketahuinya model anisotropinya maka dapat ditentukan arah eksplorasi dan pola pengeboran nikel.
3. Taksiran sumberdaya menggunakan metode blok *kriging* diperoleh tonase logam nikel sebesar 18.630,08 ton.
4. Taksiran sumberdaya menggunakan metode *point kriging* diperoleh tonase logam nikel sebesar 18.875,41 ton
5. Hasil simpangan baku blok *kriging* diperoleh nilai antara 0,0834-0,6345 dengan rata-rata simpangan bakunya adalah 0,3280, sedangkan hasil simpangan baku *point kriging* diperoleh nilai antara 0,2411-0,6748 dengan rata-rata simpangan bakunya adalah 0,4060.
6. Hasil analisis diagram pencar blok *kriging* diperoleh harga perpotongan garis regresi dengan sumbu Y sebesar 0,4521, harga R dan

kemiringan garis regresi masing-masing sebesar 0,8843 dan 0,6063. Sedangkan hasil analisis diagram pencar *point kriging* diperoleh harga perpotongan garis regresi dengan sumbu Y sebesar 0,4364, harga R dan kemiringan garis regresi sangat tinggi yaitu sebesar 0,8935 dan 0,624.

7. Menurut Klasifikasi Sumberdaya nikel di PT Karunia Alam Waigeo pada blok WN-01 didasarkan pada Klasifikasi Sumberdaya Mineral dan Cadangan Diadopsi dari Standar Nasional Indonesia SNI 13-4726-1998, Badan Standarisasi Nasional-BSN Jakarta, endapan bijih nikel di blok WN-01 dikategorikan sebagai sumberdaya mineral terukur.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, W. (2002), *Nikel Laterites*, INCO, Indonesia
- Annels, A. (1991), *Mineral Deposit Evaluation*, Department of Geology, University of Wales. Cardiff.
- Darijanto, Totok. (1999), *Geostatistik*, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- David, Micheal. (1977), *Geostatistical Ore Reserve Estimation*, Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam Oxford New York.

- Hartman, Howard. (1987), *Introduction Mining Engineering*, The University of Alabama, Tuscaloosa Alabama.
- Journel AG, Huijbregts. (1978), *Mining Geostatistics*, Academic Press Inc, London.
- McGraw Hill. (1980), *Geostatistics*, New York.
- Rauf, A. (1998), *Modul Ganesa Bahan Galian*, Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Mineral, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta.
- Rauf, A. (1999), *Modul Perhitungan Cadangan Endapan Mineral*, Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Mineral, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta.
- Sulistiyana, W. (1999), *Aplikasi Kriging Indikator Dalam Permodelan Urat Bijih Emas Cikidang Jawa Barat*, Bidang Khusus Eksplorasi Sumberdaya Bumi Program Studi Rekayasa Pertambangan Program Pasca Sarjana, Institutn Teknologi Bandung.
- Sulistiyana, W. (2002), *Short Course Reserve Modeling For Mining Geology*, Ikatan Ahli Geologi Indonesia, Bandung.
- Sulistiyana, W. (2006), *Geostatistik*, Magister Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Mineral, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta.