

Pengaruh Number Of Neighbors Terhadap Perhitungan Ordinary Kriging Dan Cokriging

Calvin Maharza¹, Nurul Fitriah Rahmah²

¹Magister Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Mineral, UPN Veteran Yogyakarta

²Magister Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Mineral, UPN Veteran Yogyakarta

Korespondensi : calvinmaharza1994@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan akurasi perhitungan dengan metode kriging dan cokriging serta pengaruh number of neighbors terhadap perhitungan. Metode penelitian meliputi analisis assay sebanyak 24 buah. Pemilihan model menghasilkan spherical dengan arah orientasi anisotropic. Hasil penelitian untuk cross validation pada metode kriging dengan number of neighbour paling baik menghasilkan nilai 0,772 dan berturut-turut nilai SE, R², Y-intercept dan SE prediction adalah 0,338; 0,191; 0,85; dan 1,196. Sedangkan hasil penelitian untuk cross validation pada metode cokriging dengan number of neighbour paling baik menghasilkan nilai 1,279 dan berturut-turut nilai SE, R², Y-intercept dan SE prediction adalah 0,070; 0,938; -1,01 dan 0,330. Berdasarkan parameter tersebut disimpulkan bahwa pengaruh number of neighbour terhadap perhitungan bernilai positif sesuai dengan jarak pengaruh dari suatu sampel dan perhitungan dengan menggunakan metode cokriging memiliki akurasi yang lebih baik dibandingkan dengan metode ordinary kriging.

Kata Kunci: Ordinary Kriging, Cokriging, Number of Neighbour, Cross Validasi.

ABSTRACT

This study aims to compare the calculation assessment with kriging and cokriging methods and the effect of the number of neighbors on the calculation. The research method included the analysis of 24 assays. Model selection produces a spherical orientation with anisotropic orientation. The results of the research for cross-validation on the kriging method with the best number of neighbors resulted in a value of 0.772 and the predicted SE, R², Y-intercept and SE values were 0.338; 0.191; 0.85; and 1,196. While the results of the research for cross validation on the cokriging method with the best number of neighbors resulted in a value of 1.279 and the SE, R², Y-intercept and SE prediction values were 0.070; 0.938; -1.01 and 0.330. Based on these parameters, it shows that the effect of the neighbor number on the calculation is positive according to the distance of the effect of a sample and the calculation using the cokriging method has better accuracy than the ordinary kriging method.

Keywords: Regular Kriging, Cokriging, Number of Neighbors, Cross Validation.

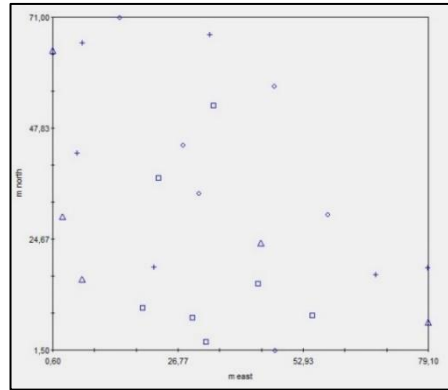
1. PENDAHULUAN

Penaksiran sumberdaya bijih memakai metode geostatistik memiliki peranan penting untuk menentukan jumlah sumberdaya, distribusi kadar bijih, perkiraan bentuk 3D, penentuan batas tambang, dan perkiraan umur tambang^[1]. Metode estimasi sumberdaya menggunakan geostatistik dianggap lebih baik dibandingkan dengan metode konvensional karena memakai konsep korelasi spasial antar data^[2], artinya selain dipengaruhi oleh jarak metode titik sampel juga mempertimbangkan hubungan spasial antar titik-titik sampel dalam ruang^[3]. Korelasi spasial antar data dinyatakan dalam variogram. Didalam variogram akan didapatkan beberapa parameter seperti *Range*, *Sill*, dan *Nugget*. Parameter-parameter tersebut digunakan untuk melakukan pengestimasi data dengan menggunakan metode *kriging*. Dalam melakukan pengestimasi suatu titik tertentu terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan seperti hubungan antar sampel dan banyaknya sampel. Oleh karena itu pemilihan metode dan penentuan jumlah sampel yang digunakan akan menjadi penting untuk mengestimasi suatu titik tertentu.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membandingkan hasil estimasi data menggunakan metode *ordinary kriging* dan *cokriging* pada cebakan (Ur) dan melihat pengaruh dari number of neighbors pada model variogram *spherical* dan menggunakan arah orientasi *anisotropic*.

Adapun metode penelitian dengan menggunakan data eksplorasi dari lapangan, pengolahan data di studio, dan menganalisis estimasi kadar Ur berdasarkan simulasi model dan orientasi variogram menggunakan metode estimasi Ordinary Kriging dan CoKriging. Data eksplorasi yang digunakan adalah sebanyak 132 titik bor yang memiliki data assay C sebanyak 132 buah dan Ur sebanyak 24 buah.

2. METODE PENELITIAN



Gambar 1. Peta Sebaran Data Kadar Ur Di Lokasi Penelitian

Kriging merupakan salah satu analisis geostatistik untuk memprediksi suatu nilai berdasarkan nilai-nilai di sekitarnya dengan mempertimbangkan komponen spasial. Istilah kriging ditemukan oleh seorang insinyur asal Afrika Selatan yang bernama Kriege pada tahun 1951. Pendugaan dengan metode kriging bersifat BLUE (best linear unbiased estimator) karena menghasilkan penduga dengan galat pendugaan yang paling kecil, merupakan fungsi linear dari data, serta menghasilkan penduga yang tidak bias[6]. Proses pendugaan yang dilakukan agar menghasilkan dugaan yang bersifat BLUE harus memenuhi asumsi gaussian, sehingga data yang digunakan juga harus menyebar normal (Cooley et al. 2012). Selain itu, pemenuhan asumsi gaussian ini akan membuat proses prediksi lebih mudah dilakukan (Cressie 1993).

Estimasi ordinary kriging perlu memperhatikan sebagai berikut:
 Nilai estimasi dengan persamaan [9] :

$$Z^* = \sum_{i=1}^n w_i Z_i \tag{1}$$

Bobot w_i dipecahkan dengan persamaan [9] :

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

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

sedangkan variansi kriging[8] dapat dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut :

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

Cokriging adalah perluasan dari kriging yang menggunakan lebih dari satu variabel. Estimasi cokriging merupakan kombinasi linier dari data variabel primer dan variabel sekunder yang dinyatakan sebagai berikut[10].

Menurut Isaaks dan Srivastava (1989), metode interpolasi cokriging merupakan kombinasi linear dari peubah primer dan peubah sekunder, yaitu:

$$\hat{z}_0 = \sum_{i=1}^n a_i z_i + \sum_{j=1}^m b_j y_j \tag{4}$$

- z_0 : dugaan z pada lokasi 0 (lokasi yang diduga),
- z_1, \dots, z_n : data peubah primer pada n lokasi terdekat,
- y_1, \dots, y_m : data peubah sekunder pada m lokasi terdekat,
- a_1, \dots, a_n dan b_1, \dots, b_m : bobot cokriging

Model variogram ada berbagai macam, di antaranya adalah model *linear*, *exponential*, *spherical*, dan *Gaussian*^[7,8]. Parameter yang digunakan untuk membangkitkan data berdasarkan model dengan menggunakan metode kriging adalah *nugget* atau C_0 , *sill* atau C , dan *range* atau a . Model variogram yang digunakan adalah model variogram *spherical* dikarenakan model *Spherical* merupakan model yang paling umum dipakai.

Adapun formulanya sebagai berikut:

$$\gamma(h; \theta) = \begin{cases} 0, & |h| = 0 \\ c_0 + c_s \left\{ (3/2) \left(|h|/a_s \right) - (1/2) \left(|h|/a_s \right)^3 \right\} & 0 < |h| < a_s \\ c_0 + c_s, & |h| > a_s \end{cases} \quad (5)$$

Sebagai verifikasi nilai yang telah diestimasi, penulis melakukan Pemeriksaan ulang (*cross validation*) untuk membandingkan hasil estimasi dan nilai data sebenarnya di lokasi yang sama^[9]

$$Z(x_i) = \sum_{i=1}^m \lambda_i \cdot Z(x_i) \sum_{k=1}^n \lambda_k \cdot U(x_k) \quad (6)$$

3. HASIL DAN ANALISIS

3.1 Analisis Statistik Deskriptif

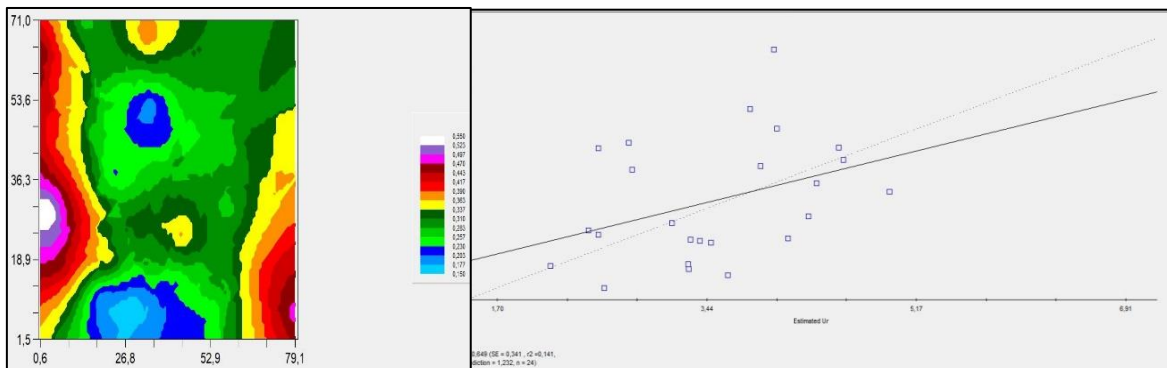
Tabel 1 menunjukkan statistic deskriptif komposit Ur. Analisis statistik dilakukan terhadap data kadar Ur penting dilakukan untuk mengevaluasi karakteristik data.

Tabel 1. Analisis statistik deskriptif data komposit dari Ur

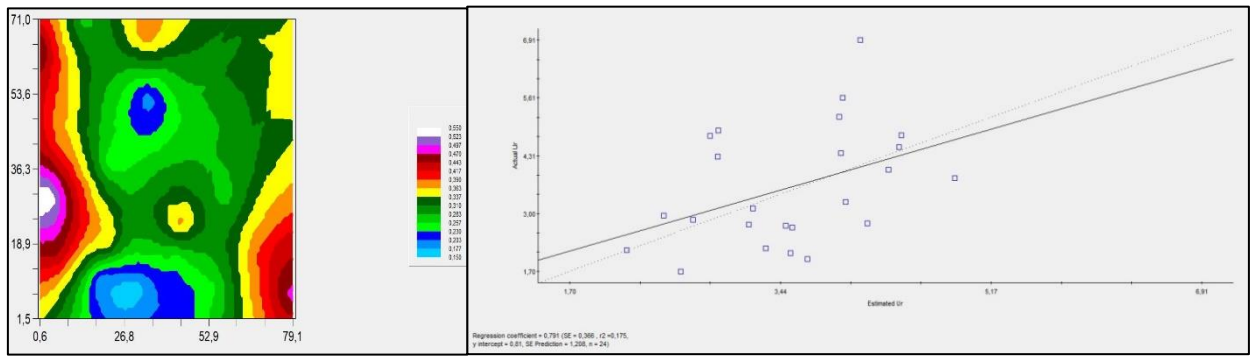
Parameter	Composite
Minimum	1,70
Maksimum	6,91
Mean	3,600
Variance	1,7678
Std. Dev	1,330
Skewness	0,60
Kortusis	-0,30

3.2 Analisis Estimasi Ordinary Kriging

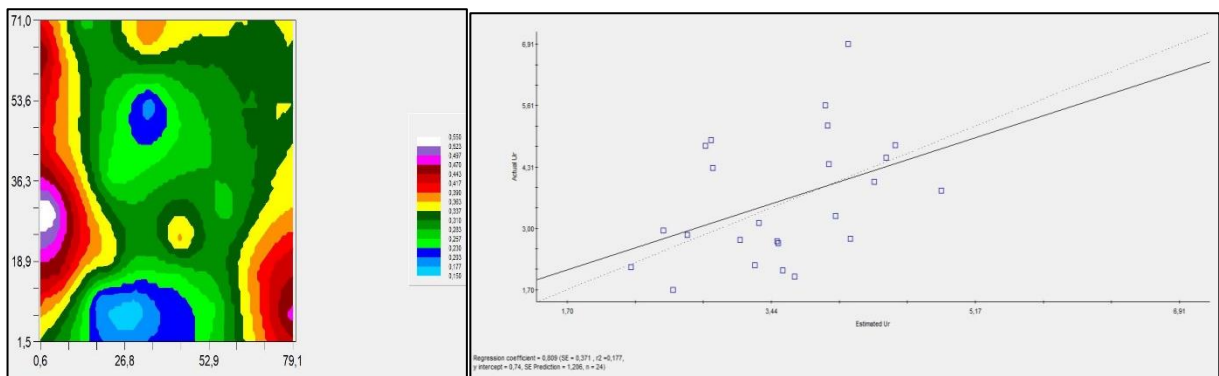
Penaksiran dengan metode Ordinary kriging memakai data kadar Uranium (Ur). Kriging mengestimasi setiap poin yang tidak memiliki data *assay* yang telah dikompositkan. Gambar di bawah adalah hasil estimasi dan analisis statistic regresi linier untuk membandingkan estimasi dan kadar sebenarnya di lokasi yang sama.



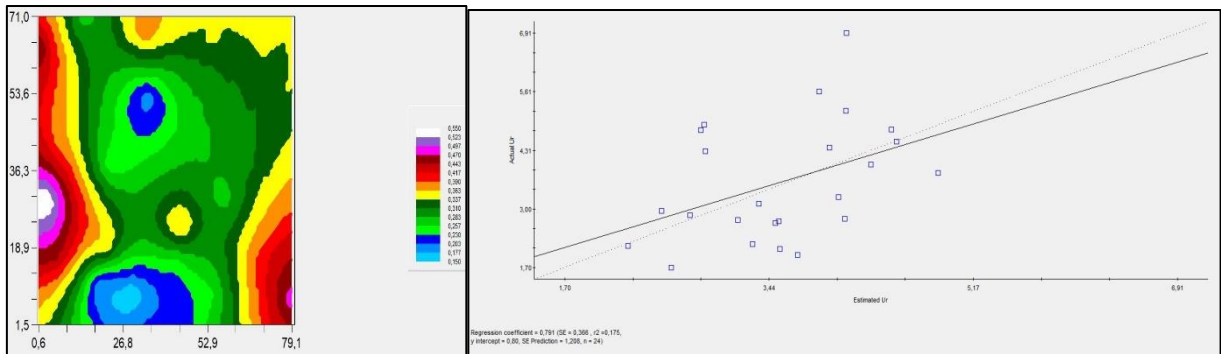
Gambar 2. Estimasi Ordinary Kriging Ur menggunakan number of neighbors 2 x 5



Gambar 3. Estimasi Ordinary Kriging Ur menggunakan number of neighbors 2 x 10



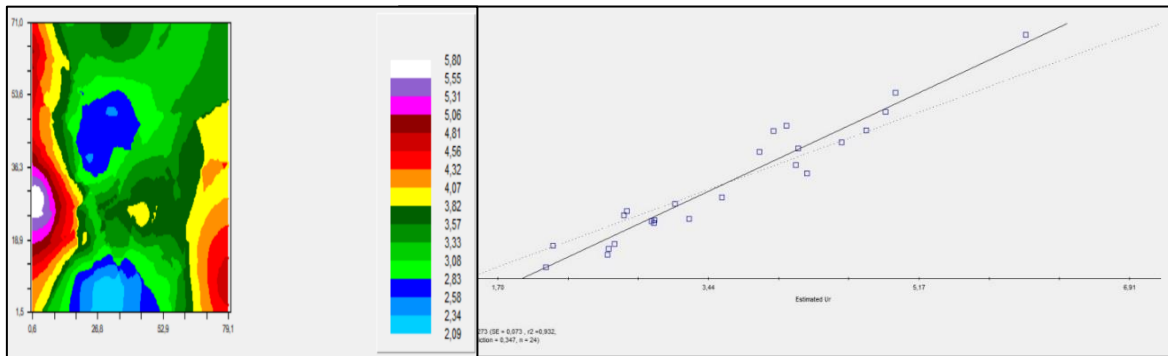
Gambar 4. Estimasi Ordinary Kriging Ur menggunakan number of neighbors 2 x 15



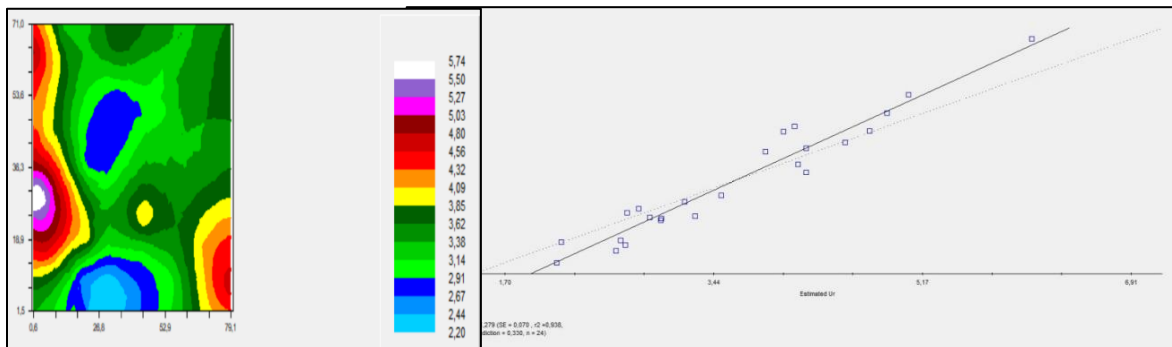
Gambar 5. Estimasi Ordinary Kriging Ur menggunakan number of neighbors 2 x 20

3.3 Analisis Estimasi Cokriging

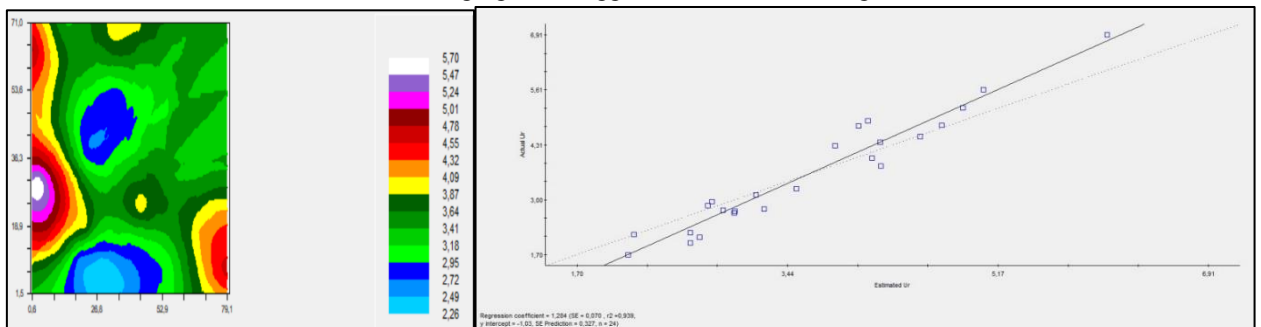
Penaksiran dengan metode cokriging memakai data kadar Uranium (Ur). Cokriging mengestimasi setiap poin yang tidak memiliki data *assay* yang telah dikompositkan. Gambar di bawah adalah hasil estimasi dan analisis statistic regeresi linier untuk membandingkan estimasi dan kadar sebenarnya di lokasi yang sama.



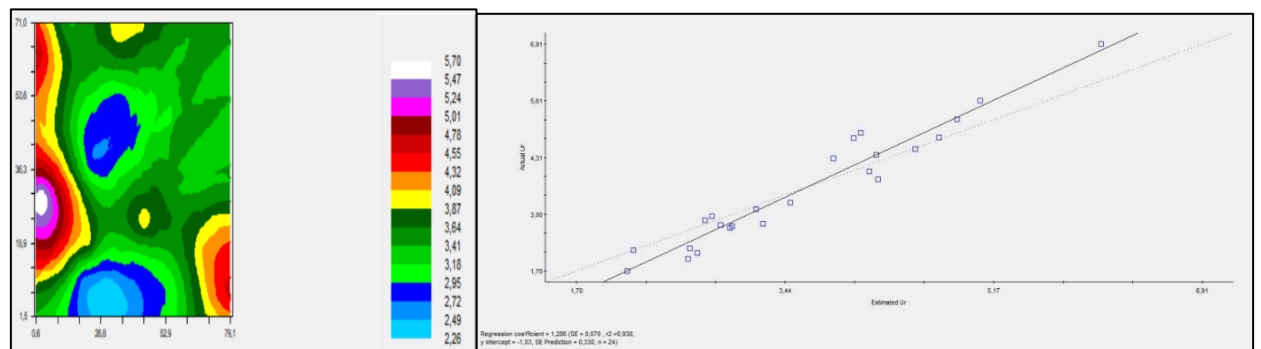
Gambar 6. Estimasi Cokriging Ur menggunakan number of neighbors 2 x 5



Gambar 7. Estimasi Cokriging Ur menggunakan number of neighbors 2x10



Gambar 8. Estimasi Cokriging Ur menggunakan number of neighbors 2x15



Gambar 9. Estimasi Cokriging Ur menggunakan number of neighbors 2x20

Penaksiran *ordinary kriging* dan *cokriging* berdasarkan orientasi *anisotropic* dengan model *spherical* menghasilkan regresi linier yang berbeda-beda sesuai dengan nilai number of neighbour

maksimalnya. Berikut ini adalah tabulasi perbandingan hasil dari estimasi kriging dan cokriging dengan berbagai menaikkan nilai maksimal pada number of neighbour.

Analisis dengan menggunakan Kriging dengan discretization Block Kriging 2x2, Model: Spherical, dengan variogram Anisotropi							
Min	Max	Regresi Coefisien	SE	R ²	Y Intercept	SE Prediction	n
2	5	0,616	0,328	0,138	1,43	1,234	24
2	10	0,772	0,338	0,191	0,85	1,196	24
2	15	0,780	0,342	0,191	0,82	1,196	24
2	20	0,756	0,339	0,185	0,88	1,200	24
2	25	0,765	0,335	0,192	0,88	1,196	24

Analisis dengan menggunakan Cokriging dengan discretization Block Kriging 2x2, Model: Spherical, dengan variogram Anisotropi							
Min	Max	Regresi Coefisien	SE	R ²	Y Intercept	SE Prediction	n
2	5	1,273	0,070	0,932	-0,98	0,347	24
2	10	1,279	0,070	0,938	-1,01	0,330	24
2	15	1,284	0,070	0,939	-1,03	0,327	24
2	20	1,286	0,070	0,938	-1,03	0,330	24
2	25	1,284	0,070	0,938	-1,02	0,330	24

Gambar 10. Rekapitulasi regresi linier ordinary kriging dan cokriging

Gambar 10 menunjukkan rekapitulasi hasil analisis regresi linier. Dari hasil analisis regresi linier tersebut didapatkan bahwa hasil estimasi cokriging memiliki akurasi yang lebih baik dibandingkan dengan estimasi ordinary kriging. Dan dari percobaan simulasi diatas dengan menaikkan nilai number of neighbour pada setiap estimasi, maka didapatkan pada nilai maksimal number of neighbour 10 regresi linier mulai mencapai ideal atau akurasinya mulai dikategori baik

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini adalah :

1. Hasil estimasi cokriging memiliki akurasi yang lebih baik dibandingkan dengan estimasi ordinary kriging. Ditunjukkan pada regresi linier yang mendekati angka 1 dan error yang kecil atau mendekati angka nol.
2. Nilai number of neighbour dapat memberikan tingkat keakuratan yang lebih baik sesuai dengan daerah pengaruh yang dimiliki oleh variabel yang diuji.
3. Nilai maksimal dari number of neighbour 10 memiliki tingkat akurasi yang lebih baik dibandingkan nilai maksimal dari number of neighbour 5 ditandai dengan SE pada Cross Validation yang mendekati 0, R2 yang mendekati 1.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] W. S. Bargawa, A. Rauf, and N. A. Amri, "Gold resource modeling using pod indicator kriging." *Progress in Applied Mathematics in Science and Engineering Proceedings. AIP Conf. Proc.* 1705, pp. 020025-1-120025-8, 2016.
- [2] B. I. Harman, H. Koseoglu, and C. O. Yigit, "Performance evaluation of IDW, Kriging and multiquadric interpolation methods in producing noise mapping": A case study at the city of Isparta, Turkey. *Applied Acoustics*, 112, pp. 147-157, 2016.
- [3] W. S. Bargawa, R. F. Tobing, "Iron Ore Resource Modeling and Estimation Using Geostatistics", *AIP Conf. Proc.* 2019, Corrected proof, In Press.
- [4] W. S. Bargawa, "Mineral resources estimation using weighted jackknife kriging." *Advances of Science and Technology for Society. AIP Conf. Proc.* 1755, pp. 120001-120006, 2016.
- [5] W. S. Bargawa, "Weighted jackknife ordinary kriging - problem solution of the precision in mineral resources estimation," *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 212 (012059), pp.1-9, 2018.
- [6] Isaaks, E.H. and Srivastava, R.M., *Applied Geostatistics*, Oxford University Press, New York, 1989.
- [7] I. Zulkarnain and W. S. Bargawa, "Classification of coal resources using drill hole spacing analysis (DHSA)," *Journal of Geological Resource and Engineering*, 6, pp. 151-159, 2018.

-
- [8] W. S. Bargawa, "Mineral resources estimation based on block modeling." *Progress in Applied Mathematics in Science and Engineering Proceedings. AIP Conf. Proc.* 1705, pp. 020001-1-020001-8, 2016.
- [9] V. Senapathi, and C. R. Paramasivam, "An introduction to various spatial analysis techniques," in *GIS and Geostatistical Techniques for Groundwater Science*, 2019, pp. 23-30.
- [10] K. Kang, C. Qin, B. Lee, and I. Lee, "Modified screening-based kriging method with cross-validation and application to engineering design." *Applied Mathematical Modelling*, 70, pp. 626-642, 2019.
- [11] Daya, A. A., & Hosseininasab, M. (2019). Application and comparison of the cokriging and the fractal model for identifying geochemical anomalies in Janja area, SE Iran. *International Journal of Mining and Mineral Engineering*, 10(1), 1-26.