

ABSTRAK

Kegiatan eksplorasi emas menghadapi permasalahan berupa keterbatasan data pengeboran yang hanya merepresentasikan titik-titik tertentu, sehingga sebaran spasial kadar emas pada area yang belum tersampel tidak dapat digambarkan secara menyeluruh dan berpotensi menurunkan ketepatan estimasi cadangan. Metode kriging dikenal sebagai metode estimasi spasial yang mampu menghasilkan estimasi tidak bias dengan variansi minimum, namun kinerjanya sangat dipengaruhi oleh kualitas parameter semivariogram, di mana parameter yang kurang sesuai dapat menurunkan akurasi dan meningkatkan kesalahan estimasi. Penerapan metode kriging yang dikombinasikan dengan optimasi parameter semivariogram menggunakan algoritma genetika menjadi pendekatan untuk meningkatkan akurasi estimasi cadangan emas pada area yang belum tersampel.

Penelitian ini menggunakan metode kriging untuk mengestimasi cadangan emas pada area yang belum tersampel dengan optimasi parameter semivariogram menggunakan algoritma genetika. Data yang digunakan berupa data pengeboran yang terdiri dari data *collar*, *sample*, dan *survey* yang diolah menjadi dataset titik sampel, kemudian dianalisis dan ditransformasi secara logaritmik. Pemodelan semivariogram dilakukan dan dievaluasi menggunakan *cross validation* sebelum dilakukan optimasi parameter untuk memperoleh model terbaik. Estimasi kadar emas dilakukan menggunakan kriging berbasis blok model, kemudian hasilnya dikembalikan ke skala asli melalui *back-transform*. Selanjutnya dilakukan penentuan *ore* dan *waste* berdasarkan *cut-off grade* serta perhitungan cadangan emas.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa estimasi cadangan emas menggunakan metode Kriging pada model semivariogram standar menghasilkan volume total *ore* sebesar 138.718.750 m³ dengan tonase 332.925.000 ton dan rata-rata kadar Au 1,0578 g/t. Sementara itu, penggunaan parameter semivariogram hasil optimasi algoritma genetika menghasilkan volume total *ore* sebesar 134.381.250 m³ dengan tonase 322.515.000 ton dan rata-rata kadar Au 1,0129 g/t. Optimasi parameter semivariogram terbukti meningkatkan kinerja model kriging yang ditunjukkan oleh penurunan nilai RMSE dari 0,536000 menjadi 0,47078 serta MAE dari 0,383012 menjadi 0,33291. Selain itu, rata-rata selisih antara nilai estimasi dan data aktual menurun dari 0,0021426 menjadi 0,0003251, sehingga model hasil optimasi menghasilkan estimasi yang lebih mendekati nilai aktual dan lebih akurat.

Kata Kunci: Kriging, algoritma genetika, semivariogram, estimasi cadangan emas

ABSTRACT

Gold exploration activities face the challenge of limited drilling data, which only represents specific points. Consequently, the spatial distribution of gold content in unsampled areas cannot be fully described, potentially reducing the accuracy of reserve estimates. The kriging method is known as a spatial estimation method capable of producing unbiased estimates with minimal variance. However, its performance is significantly affected by the quality of the semivariogram parameters, where inappropriate parameters can reduce accuracy and increase estimation errors. The application of the kriging method combined with semivariogram parameter optimization using a genetic algorithm is an approach to improving the accuracy of gold reserve estimates in unsampled areas.

This study uses the kriging method to estimate gold reserves in unsampled areas by optimizing semivariogram parameters using a genetic algorithm. The data used are drilling data consisting of collar, sample, and survey data, processed into a sample point dataset, then analyzed and transformed logarithmically. Semivariogram modeling is performed and evaluated using cross-validation before parameter optimization is performed to obtain the best model. Gold content estimation is performed using a block-based kriging model, and the results are then returned to their original scale through back-transformation. Next, ore and waste were determined based on cut-off grades and gold reserve calculations.

The results showed that gold reserve estimation using the Kriging method on a standard semivariogram model resulted in a total ore volume of 138,718,750 m³ with a tonnage of 332,925,000 tons and an average Au grade of 1.0578 g/t. Meanwhile, using semivariogram parameters optimized by a genetic algorithm resulted in a total ore volume of 134,381,250 m³ with a tonnage of 322,515,000 tons and an average Au grade of 1.0129 g/t. Optimizing the semivariogram parameters significantly improved the performance of the kriging model, as indicated by a decrease in the RMSE value from 0.536000 to 0.47078 and the MAE from 0.383012 to 0.33291. In addition, the average difference between the estimated value and the actual data decreased from 0.0021426 to 0.0003251, so that the optimized model produced estimates that were closer to the actual values and more accurate.

Keywords: *Kriging, genetic algorithm, semivariogram, gold reserve estimation*