

## INTISARI

Perhitungan volume material tambang merupakan aspek penting dalam kegiatan pertambangan, terutama untuk perencanaan operasional dan evaluasi produksi. Perangkat lunak komersial seperti Minescape umum digunakan karena tingkat akurasi yang tinggi. Namun, biaya lisensi yang mahal menjadi kendala, khususnya bagi perusahaan berskala kecil, lembaga pendidikan, dan peneliti independen. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kelayakan perangkat lunak *open source* QGIS dalam menghitung volume tumpukan material hasil penambangan yang disimpan sementara di area penampungan (*stock ROM*) batubara, membandingkan hasilnya dengan Minescape sebagai acuan industri, serta menilai pengaruh kondisi topografi terhadap hasil perhitungan volume.

Penelitian ini menggunakan data hasil pemindaian *Terrestrial Laser Scanner* (TLS) dari PT Bukit Makmur Mandiri Utama (BUMA) site Binungan Suaran, yang terdiri dari 10 sampel stock ROM batubara dalam bentuk koordinat (X, Y, Z). Perhitungan volume dilakukan dengan metode *cut and fill* menggunakan dua perangkat lunak, yakni Minescape versi 4.119 sebagai acuan, dan QGIS versi 3.30.2 untuk dievaluasi. Pada QGIS, volume dihitung menggunakan dua metode interpolasi, yaitu TIN dan IDW. Proses analisis dilakukan melalui pembentukan *Digital Terrain Model* (DTM), pengklasifikasian area berdasarkan kondisi area topografi menjadi topografi yang bervariasi (area A) dan area dengan topografi landai (area B), serta perhitungan volume masing-masing. Hasil perhitungan volume dari kedua metode interpolasi di QGIS kemudian dibandingkan terhadap Minescape sebagai referensi. Perbandingan tersebut dianalisis berdasarkan standar toleransi ASTM, diuji secara statistik menggunakan uji t sampel berpasangan, serta dikaji dari sisi pengaruh variasi topografi terhadap akurasi metode interpolasi.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa interpolasi TIN pada QGIS menghasilkan nilai volume yang mendekati hasil perhitungan Minescape, dengan rata-rata deviasi sebesar 0,54% untuk area dengan topografi bervariasi (Area A) dan 0,40% untuk area topografi landai (Area B), serta berada dalam batas toleransi standar ASTM. Sebaliknya, interpolasi IDW menghasilkan deviasi yang lebih besar dan cenderung melebihi batas toleransi menurut standar ASTM, yaitu sebesar 4,62% untuk Area A dan 6,13% untuk Area B. Hasil uji statistik *paired sample t-test* menunjukkan bahwa perbedaan antara QGIS (TIN) dan Minescape tidak signifikan secara statistik di seluruh area, sementara interpolasi IDW menunjukkan perbedaan yang signifikan, khususnya di Area B. Selain itu, kondisi topografi turut memengaruhi hasil perhitungan volume, di mana Area B yang lebih landai dan seragam menghasilkan deviasi yang lebih kecil dibandingkan Area A yang memiliki variasi topografi yang lebih bervariasi. Dengan demikian, QGIS dengan interpolasi TIN dapat direkomendasikan sebagai alternatif untuk perhitungan volume tambang.

**Kata kunci:** QGIS, Minescape, interpolasi TIN, volume tambang, topografi bervariasi, topografi landai.

## ABSTRACT

Volume calculation of mining materials is a crucial aspect in mining activities, particularly for operational planning and production evaluation. Commercial software such as Minescape is widely used due to its high level of accuracy. However, the high cost of licensing poses a significant barrier, especially for small-scale companies, educational institutions, and independent researchers. Therefore, this study aims to evaluate the feasibility of using the open-source software QGIS for calculating the volume of temporarily stored mining material in the stockpile area (stock ROM) of coal. The results are compared to those from Minescape as the industry reference, while also assessing the influence of topographic conditions on the volume calculation results.

This study uses Terrestrial Laser Scanner (TLS) scan data provided by PT Bukit Makmur Mandiri Utama (BUMA), Binungan Suaran site, consisting of 10 samples of coal stock ROM in the form of (X, Y, Z) coordinates. Volume calculations were performed using the cut and fill method with two software tools: Minescape version 4.119 as the reference, and QGIS version 3.30.2 as the evaluated software. In QGIS, volumes were calculated using two interpolation methods: TIN and IDW. The analysis involved generating Digital Terrain Models (DTMs), classifying the area based on topographic conditions into varied topography (Area A) and relatively flat topography (Area B), and calculating volumes for each. The results from the two QGIS interpolation methods were then compared with those from Minescape. The comparison was assessed using ASTM tolerance standards, statistically tested using paired sample t-tests, and analyzed to determine the effect of topographic variation on interpolation accuracy.

The results indicate that TIN interpolation in QGIS produced volume values close to those of Minescape, with an average deviation of 0.54% for Area A and 0.40% for Area B, both within the ASTM standard tolerance limits. In contrast, IDW interpolation resulted in larger deviations that tended to exceed ASTM tolerance limits, with deviations of 4.62% for Area A and 6.13% for Area B. The paired sample t-test showed no statistically significant difference between QGIS (TIN) and Minescape across all areas, whereas the IDW interpolation showed statistically significant differences, particularly in Area B. Moreover, topographic conditions influenced the volume calculation results, with the flatter and more uniform Area B yielding smaller deviations compared to the more varied Area A. Therefore, QGIS using TIN interpolation can be recommended as a viable alternative for mining volume calculations.

**Keywords:** QGIS, Minescape, TIN interpolation, mine volume, variable topography, flat topography.