

ABSTRAK

ANALISIS FRAGMENTASI PELEDAKAN DENGAN SIMULASI MONTE CARLO BERBASIS MATLAB DI PT BUMA JOBSITE LATI

Oleh
Kartika Sari
NIM: 112210084
(Program Studi Sarjana Teknik Pertambangan)

PT Bukit Makmur Mandiri Utama (BUMA) merupakan perusahaan jasa pertambangan yang diantaranya beroperasi di PT Berau Coal Jobsite Lati dengan sistem tambang terbuka. Salah satu kegiatan utamanya adalah peledakan untuk membongkar batuan penutup. Dalam praktiknya, BUMA menerapkan pelebaran geometri peledakan (*expand pattern*) guna menekan konsumsi bahan peledak. Namun, metode ini berpotensi menghasilkan fragmentasi yang lebih besar dan memperpanjang waktu penggalian. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis pengaruh variasi faktor batuan dan desain geometri peledakan terhadap fragmentasi dengan menggunakan pendekatan Simulasi Monte Carlo berbasis MATLAB.

Metode penelitian menggunakan data variabel acak berupa faktor batuan, volume peledakan, dan konsumsi bahan peledak yang terlebih dahulu diuji distribusinya melalui *goodness-of-fit test*. Simulasi Monte Carlo kemudian dijalankan sebanyak 1.000 - 50.000 iterasi dengan tingkat probabilitas kegagalan $p = 0,05$, menggunakan persamaan Kuz-Ram. Hasil simulasi dibandingkan dengan data fragmentasi *image analysis* untuk menilai tingkat kedekatan prediksi terhadap kondisi lapangan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan nilai variasi faktor batuan (2,55–3,65) dan volume peledakan (594–1233 m³) menghasilkan prediksi ukuran fragmentasi rata-rata (X50) sebesar 31,51–37,86 cm, lebih besar dibandingkan fragmentasi *image analysis* (16,69–26,6 cm) dengan rata-rata error 23%. Evaluasi desain menunjukkan bahwa konfigurasi B×S 9×10 adalah yang paling optimal, dengan error relatif hanya 4% dan probabilitas fragmen besar (>50 cm) sebesar 0,37%. Selain itu, dari hasil simulasi mendapatkan penyesuaian *powder factor* dari 0,143–0,221 kg/m³ menjadi 0,148–0,214 kg/m³, yang mampu menurunkan probabilitas fragmen besar sebesar 0,07%. Hasil ini menegaskan bahwa simulasi Monte Carlo dapat menjadi dasar evaluasi teknis yang lebih realistis dalam mendukung pengambilan keputusan desain geometri peledakan di PT BUMA Site Lati.

Kata kunci: Faktor Batuan, Fragmentasi peledakan, Geometri Peledakan, Simulasi Monte Carlo, MATLAB

ABSTRACT

ANALYSIS OF BLASTING FRAGMENTATION WITH MATLAB-BASED MONTE CARLO SIMULATION AT PT BUMA JOBSITE LATI

By

Kartika Sari

NIM: 112210084

(Mining Engineering Undergraduated Program)

PT Bukit Makmur Mandiri Utama (BUMA) is a mining contractor operating at PT Berau Coal Jobsite Lati using an open-pit mining system. One of its main activities is blasting for overburden removal. In practice, BUMA applies an expanded blasting geometry (expand pattern) to reduce explosive consumption. However, this method has the potential to produce coarser fragmentation and increase digging time. Therefore, this research was conducted to analyze the effect of rock factor variations and blasting geometry design on fragmentation using a MATLAB-based Monte Carlo Simulation approach.

The study employed random variables including rock factor, blasting volume, and explosive consumption, which were first tested for distribution fitting using a goodness-of-fit test. Monte Carlo Simulation was then performed with 1.00 – 50,000 iterations and a failure probability of $p = 0.05$, using the empirical Kuz-Ram equation. The simulation results were compared with actual fragmentation data obtained through image analysis to assess the accuracy of predictions against field conditions.

The results showed that variations in rock factor (2.55–3.65) and blasting volume (594–1233 m³) produced predicted average fragmentation sizes (X₅₀) of 31.51–37.86 cm, which were coarser than the actual field fragmentation (16.69–26.6 cm), with an average relative error of 23%. Design evaluation indicated that the B×S 9×10 geometry was the most optimal, with only 4% relative error and a coarse fragment probability (>50 cm) of 0.37%. Furthermore, the simulation suggested an adjustment of the powder factor from 0.143–0.221 kg/m³ to 0.148–0.214 kg/m³, reducing the probability of coarse fragments by 0.07%. These findings highlight that Monte Carlo Simulation provides a more realistic basis for evaluating blasting geometry design and supports better decision-making in blasting operations at PT BUMA Jobsite Lati.

Keywords: Blasting fragmentation, Blasting Design, MATLAB, Monte Carlo Simulation, Rock Factor