

Peningkatkan Keselamatan Kerja : Kontrol Terhadap Kegiatan Peledakan Tambang Bawah Tanah

Abstrak

Good blasting practices based on the careful application of explosive energy lead to significantly safer mining operations. Case studies demonstrate how the selection of the correct charge mass, explosive type and round design are vital for extracting the exact amount of rock required and preventing spurious damage to the remaining rock mass.

Kegiatan peledakan merupakan aktivitas rutin di tambang yang memberikan hasil paling ekonomis dan cara yang fleksibel untuk menuju endapan bijih (*ore*) dalam batuan. Umumnya peledakan dipandang sebagai satu tahap kegiatan produksi, sedikit saja diberikan pelajaran dan pemahaman bagaimana cara melakukan pekerjaan peledakan yang baik akan dapat meningkatkan kinerja keselamatan tambang. Studi pada industri penerbangan menunjukkan penerbang profesional tidak melihat bahaya dengan cepat padahal bahaya tersebut jelas terlihat oleh orang lain (Grandin dan Johnson, 2005). Hal ini sering juga terjadi pada industri pertambangan di mana kurangnya perawatan dan perhatian terhadap detail yang pada dasarnya sebagai kegiatan produksi utama tentunya mengurangi produktivitas dan keselamatan operasi penambangan. Bahkan pada saat jaminan keselamatan diakui manfaatnya seringkali sulit untuk menunjukkan potensi bahaya pada praktek-praktek peledakan yang tidak baik, padahal dengan menentukan mitigasi bahaya yang mungkin terjadi dapat diimplementasikan untuk perbaikan praktek dan desain peledakan yang inovatif. Dalam artikel ini dibahas sejumlah cara peledakan yang baik dapat membantu kinerja keselamatan tambang. Kebanyakan telah dikenal luas dan telah diterapkan dengan kesuksesan selama bertahun-tahun. Namun perbaikan terhadap keselamatan adalah kontribusi penting terhadap industri sehingga sangat bermanfaat menyusun contoh dari sejumlah proyek bawah tanah untuk menunjukkan bagaimana peningkatan peledakan dapat meningkatkan keselamatan.

Sebagai pembelajaran bagi para pekerja tambang tentang efek peledakan sebaiknya menyandingkan praktek yang buruk terhadap pilihan yang lebih baik. Alasan keselamatan tidak selalu memungkinkan dalam penerapannya karena tuntutan jumlah produksi yang jauh lebih dominan. Sejumlah praktek peledakan yang dipertimbangkan dan diilustrasikan dalam makalah ini menggunakan studi kasus dari proyek *AEL Mining Services*. Penelitian menggambarkan peledakan yang dapat digunakan untuk meningkatkan kondisi dan mengurangi bahaya yang terkait, untuk mengembangkan langkah-langkah mitigasi bencana dan mengurangi terpaparnya penambang terhadap bahaya, dan semua yang akan mengurangi risiko keamanan penambangan bawah tanah.

Pengisian bahan peledak dan pengaruh pemasangan penyanggaan

Bahan peledak jenis ANFO banyak digunakan di tambang karena kemudahan penggunaan. Namun, dikarenakan pemuatan produk menggunakan *pneumatik Lategan loader* ada kecenderungan untuk mengisi hingga melimpahi lubang ledak karena sepertinya kelebihan bahan peledak akan memberikan batuan pecah yang baik. Sebuah penelitian dilakukan untuk mengetahui pengaruh perubahan dari ANFO ke cartridge peledak jenis Powergel 813 (Slabbert, 2005) dan ditemukan bahwa kondisi buruk yang terjadi dihasilkan dari pengisian lubang-lubang ledak yang berlebihan. Foto yang diambil dari hangingwall sebelum dan sesudah peledakan dengan cartridge peledak ditunjukkan pada Gambar 1. Kondisi hangingwall digambarkan dalam Gambar 1a menunjukkan efek pengisian yang berlebihan dengan ANFO. Dan Gambar 1b menunjukkan perbaikan dengan menggunakan cartridge peledak.



Gambar 1. Perbandingan Kondisi Hanging wall setelah peledakan a). menggunakan bahan peledak jenis powder dengan pengisian yang berlebihan/melimpah b). menggunakan bahan peledak jenis cartridge

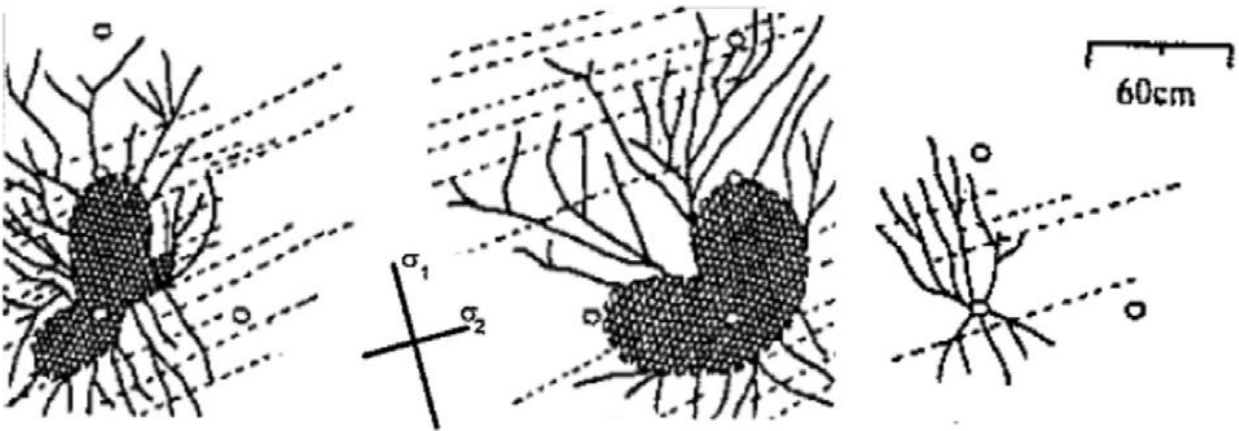
Gambar 1 juga menunjukkan bahwa para penambang menemukan kesulitan untuk meletakkan unit-unit penyanggaan dengan benar. Penyanggaan tidak tegak lurus ke batuan dan tidak sejajar satu sama lain seperti yang diharapkan dalam praktek penyanggaan yang baik. Kemungkinan terjadinya ambruk meningkat signifikan karena posisi penyangga pada tonjolan-tonjolan (*toe*) dari hanging wall, yang berarti bahwa tidak ada tekanan penyangga yang konsisten terhadap variabel jarak. Dan juga meningkatnya kemungkinan kegagalan penyanggaan akibat miringnya unit-unit penyangga.

Setelah pengisian dilakukan dengan benar, penggunaan cartridge peledak mendorong pengisian jumlah bahan peledak yang tepat di setiap lubang ledak, hanging wall yang kondisinya membaik secara signifikan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1b. Hanging wall menjadi bidang datar yang memungkinkan unit penyangga dipasang dengan benar.

Karakteristik bahan peledak dan pengkekanan

Dalam industri seringkali disebut bahwa ANFO secara substansi adalah bahan peledak yang 'mengandung gas' lebih daripada emulsi ataupun gel air dan diduga menyebabkan retak yang lebih panjang sehingga merusak hanging wall. Dalam beberapa hal memang benar bahwa ANFO memiliki tekanan ledakan lebih rendah dan pengiriman energi yang lambat daripada bahan peledak cartridge. Hasilnya dalam waktu singkat perluasan lubang ledakan oleh gelombang kejut dan kelebihan energi yang tersisa mendorong terjadinya retak berlebih dan fragmentasi (Cunningham et al., 2006). Semakin lama gaya dorong bekerja pada lubang semakin banyak fraktur akan muncul (Sellers dan Napier, 2006). Namun, penting untuk dicatat bahwa kepadatan ANFO, wattergel dan emulsi yang dikemas bahan peledak, berbeda satu sama lain dan itu memberikan jumlah energi yang berbeda selama tahap proses reaksinya.

Untuk menggambarkan bahaya bila hanya mempertimbangkan jumlah massa pengisian bahan peledak, beberapa hasil dari proyek yang dikerjakan oleh COMRO dan CSIR (Tooper, 1995) pada Gambar 2 menunjukkan tingkat pecah yang diamati untuk tiga kasus yang menggunakan jumlah bahan peledak sama untuk panjang lubang ledak 93 mm. Meskipun jumlah massa pengisian bahan peledak sama, panjang pengisian handak, tekanan yang diberikan, serta tingkat energi yang didapat cukup berbeda dan ini tercermin juga dalam luasan pecahan yang berbeda. Perhatikan juga bahwa arah fraktur dipengaruhi oleh tegangan *in situ*. Keamanan penggalian tidak hanya akan ditentukan oleh rekahan dari ledakan, tetapi juga oleh rekahan-rekahan yang bersilangan pada pembentukan blok batuan dan kekar-kekar yang sudah ada. Dengan demikian, pembentukan kondisi buruk hanging wall dalam setiap skenario pertambangan dapat diubah sampai tingkat tertentu melalui pilihan yang benar, jenis bahan peledak, desain ukuran dan lingkaran lubang, tapi mungkin membutuhkan perubahan yang lebih signifikan dalam arah atau metode penambangan. Isu-isu ini semua harus dipertimbangkan untuk kontrol peledakan yang baik.



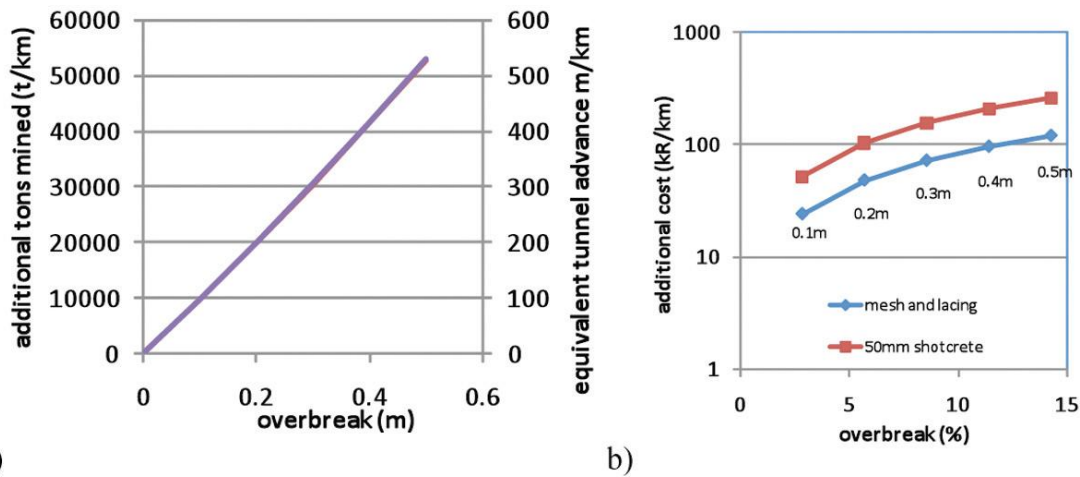
Gambar 2— Tingkat pecah (*fracturing*) dengan menggunakan 12 kg bahan peledak a. ANFO (densitas 1.05 g/cc) b. emulsion (densitas 1.29 g/cc) dan c. ANFO (densitas 0.7 g/cc) (Tooper, 1995). Daerah berarsiran memperlihatkan zona hancuran

Pengaruh kelebihan retakan (*overbreak*) pada peledakan

Ada sejumlah besar implikasi keselamatan jika penambang tidak dapat membatasi kelebihan retakan (*overbreak*), yang meliputi:

- Peningkatan rentang retakan akan meningkatkan probabilitas jatuhnya batuan di antar penyanggaan
- Menurunnya kemampuan penyanggaan dengan spasi yang lebih luas dibandingkan desainnya
- Terlepasnya batuan di antara penyangga sehingga membutuhkan perbaikan rutin
- Ada energi tambahan menuju batu yang longgar selama peristiwa gempa (Sembuh et al. 2006)
- Menurunnya kemampuan penyanggaan akibat pemasangan yang tidak sempurna/buruk dikarenakan kondisi yang sulit.

Bagaimanapun, jika peledakan pada terowongan dilakukan secara hati-hati, dengan *overbreak* yang sedikit, ada sejumlah manfaat ekonomi yang berhubungan. Pada Gambar 3a ditunjukkan hubungan besarnya waste batuan harus dipindahkan terhadap perubahan dalam *overbreak*. Dan dapat dilihat dari Gambar 3b bahwa area support tambahan yang diperlukan dapat diterjemahkan ke dalam nominal mata uang per kilometer kemajuan. Juga, tambahan volume yang harus diekstrak dapat dihitung biayanya sebagai setara meter kemajuan sehingga bagaimanapun kecilnya persentase *overbreak* dapat menyebabkan biaya tambahan dalam kemajuan tambang. Waktu tambahan yang dibutuhkan untuk membuang kelebihan batu dan melakukan penyanggaan dalam kondisi yang buruk sebagai penghambat produksi, yang berpengaruh merugikan pada nilai proyek (Ruprecht, 2006). Sekali lagi, melakukan peledakan yang baik menyebabkan peningkatan keselamatan dan dapat secara signifikan meningkatkan keuntungan dan kelayakan jangka panjang sebuah tambang.



Gambar 3—(a) Hubungan overbreak terhadap tambahan batuan tertambang (b) Hubungan prosentase overbreak terhadap biaya tambahan (untuk terowongan berukuran 3.5 m x 3.5 m)

Penutup

Pada dasarnya adalah benar bahwa melakukan peledakan yang baik dengan menggunakan prosedur desain yang ketat dalam aplikasi sehari-hari dapat menyebabkan perbaikan keamanan yang signifikan. Peledakan yang baik dengan melakukan pemilihan jenis peledak yang bagus, metode pengisian handak yang benar dan desain lingkaran lubang yang tepat dapat memperbaiki kondisi massa batuan dan memaksimalkan kemampuan setiap unit penyangga. Upaya untuk menerapkan praktek-praktek peledakan secara hati-hati dalam pengembangan terowongan dan membatasi banyaknya *overbreak* juga akan meningkatkan kondisi massa batuan induk yang pada akhirnya untuk meningkatkan keselamatan kerja dan produktivitas tambang serta keberlanjutan usaha tambang dalam jangka panjang.

Reference :

FURTNEY, J. et.al, *Developments In Numerical Modelling Of Blast Induced Rock Fragmentation: Updates From The HSBM Project*. Proceedings of the 9th International symposium on rock fragmentation by blasting (Fragblast 9), Granada, Spain, 2009.

SLABBERT .S, *Powergel 813 Trial Project Section*. AEL Internal Report.2005

Sellers, E.J., *Controlled Blasting For Enhanced Safety In The Underground Environment*, The Journal of The Southern African Institute of Mining and Metallurgy, Volume 11, 2011)

CUNNINGHAM. C., SELLERS.E.J., and SZENDREI. T., *Cavity Expansion Energy Applied To Rock Blasting*. European Federation of Explosive Engineers Conference, EFEE, Vienna, 2006.

PERSSON, P., HOLMBERG, R., and LEE, J. *Rock Blasting and Explosives Engineering*, CRC, Boca Raton, 1993.